



## LAMPIRAN I

### INSTRUMEN PENELITIAN

- Lampiran 1.1 Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan
- Lampiran 1.2 Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan
- Lampiran 1.3 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan
- Lampiran 1.4 Pedoman Penskoran Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan
- Lampiran 1.5 Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 1.6 Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 1.7 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 1.8 Pedoman Penskoran Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Digunakan Penelitian



**Lampiran 1. 1 Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan**

Satuan Pendidikan :SMA

Kelas/Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 2 JP (1 JP = 45 Menit)

Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

Jumlah Soal : 15 Soal

No.	Sub Materi	Indikator	Nomor Butir Soal				Jumlah Soal
			D1	D2	D3	D4	
1	Gelombang Bunyi	Menjelaskan gagasan dan mengemukakan penafsiran karakteristik gelombang bunyi	1	2			2
		Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi	3	4			2
		Memecahkan dan memberikan solusi baru permasalahan fisis mengenai fenomena dawai dan pipa organa			5	6	2
		Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi		8	7		2
		Memberikan penafsiran mengenai persamaan efek doppler			9,10		2

2	Gelombang Cahaya	Menjelaskan karakteristik gelombang cahaya	11	12			2
		Memberikan pemecahan dan solusi baru mengenai peristiwa interferensi cahaya	13				1
		Merinci dan memberikan solusi baru mengenai fenomena polarisasi cahaya				14	1
		Mengembangkan ide kreatif terkait penggunaan gelombang cahaya untuk teknologi masa depan				15	1
<b>Jumlah</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>15</b>

Keterangan :

D1 : Berpikir Lancar (*Fluency*)

D2 : Berpikir Luwes (*Flexibility*)

D3 : Berpikir Orisinal (*Originality*)

D4 : Berpikir Terperinci (*Elaboration*)

## Lampiran 1. 2 Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan

Kelas/Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 2 JP

Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

---

### Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskanlah identitas secara lengkap pada lembar jawaban!
  2. Cermatilah seluruh soal dengan baik! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
  3. Kerjakanlah soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
  4. Kerjakanlah soal dengan baik, mandiri dan jujur!
- 

Kerjakanlah soal berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Jelaskanlah sifat dan karakteristik gelombang bunyi beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
2. Putri ingin keluar rumah untuk membeli perlengkapan sekolah. Saat diperjalanan putri kehujanan dan melihat petir dilangit, selang beberapa detik terdengar suara gemuruh guntur. Jelaskanlah hal yang mempengaruhi sehingga petir lebih cepat terlihat dari suara guntur!
3. Analisislah contoh fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan cepat rambat bunyi!
4. Ratni dan teman-temannya sedang menonton film di dalam sebuah gedung bioskop. Ratni yang berada di dalam gedung dapat mendengar suara yang dihasilkan dari film dilayar bioskop sedangkan salah satu temannya yang masih berada diluar gedung bioskop tidak dapat mendengar suara film tersebut. Jelaskan mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?
5. Wulan mempunyai dua alat musik berupa seruling dan gitar. Seruling yang dimiliki Wulan memiliki panjang 20 cm dan menghasilkan frekuensi nada dasar yang sama dengan frekuensi nada ke-3 yang dihasilkan oleh gitar. Apabila cepat rambat bunyi diudara adalah 340 m/s dan cepat rambat gelombang transversal pada gitar adalah 500 m/s. Maka berapakah perbandingan frekuensi nada dasar dari seruling dan gitar yang dimiliki oleh Wulan?
6. Sebuah pipa organa tertutup memiliki frekuensi 220 Hz di salah satu ujungnya. Jika nada atas kedua pipa organa tertutup tersebut panjang gelombangnya sama dengan nada atas ketiga suatu pipa organa yang terbuka kedua ujungnya. Maka berapakah panjang dari pipa organa terbuka tersebut? (laju rambat bunyi sebesar 340 m/s).
7. Sebuah sumber gelombang bunyi memancarkan gelombang ke medium di sekelilingnya yang homogen dengan daya 50 W. Maka berapakah intensitas radiasi gelombang tersebut pada jarak 10 meter dari sumber?

8. Disebuah ruang kelas MIPA terjadi percakapan antara 2 orang siswa dengan taraf intensitas sebesar 35 dB. Jika terdapat 20 siswa melakukan percakapan taraf intensitas yang dihasilkan menjadi?
9. Putri dan Ratni mengendarai mobil dengan saling berlawanan. Putri mengendarai dari arah selatan menuju utara dengan kecepatan 40 m/s sedangkan Ratni dari arah utara menuju selatan dengan kecepatan 35 m/s. Salah satu klakson mobil berbunyi dengan frekuensi 400 Hz dengan kecepatan bunyi adalah 340 m/s. Maka berapakah frekuensi yang didengar oleh Ratni?
10. Sebuah kereta api bergerak dengan kecepatan 35 m/s mendekati stasiun. Kereta api tersebut membunyikan peluit dengan frekuensi 2000 Hz. Jika kecepatan bunyi di dalam udara sebesar 340 m/s, maka tentukanlah frekuensi bunyi yang didengar oleh orang-orang yang berada di stasiun kereta api tersebut!
11. Jelaskanlah empat sifat dan karakteristik dari gelombang cahaya serta contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
12. Seberkas cahaya putih dilewatkan melalui sebuah prisma kaca. Setelah cahaya putih tersebut melewati prisma, cahaya putih terurai menjadi berbagai warna. Jelaskanlah mengapa cahaya putih dapat terurai menjadi spektrum warna tersebut!
13. Cuaca di Karangasem saat ini selalu turun hujan, hal itu menyebabkan jalan licin sehingga beberapa pengendara mengalami kecelakaan. Kecelakaan yang terjadi membuat tumpahan minyak dari kendaraan tersebut. Ratni mengamati bahwa ketika minyak bercampur dengan air terlihat warna-warni. Mengapa warna-warni pada minyak yang bercampur dengan air tersebut muncul?
14. Pada siang hari langit terlihat lebih biru, jelaskan mengapa langit dominan terlihat warna biru daripada warna lainnya?
15. Berikan ide kreatif tentang penggunaan gelombang cahaya dalam teknologi masa depan untuk membantu dalam meningkatkan kebutuhan akan energi terbarukan!

**Lampiran 1. 3 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan**

No.	Dimensi Keterampilan Berpikir Kreatif	Pembahasan
1.	Berpikir lancar ( <i>fluency</i> )	<p>Sifat dan Karakteristik gelombang bunyi beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refleksi (pemantulan) Refleksi adalah kemampuan gelombang bunyi untuk dapat memantulkan bunyi itu sendiri. Pemantulan ini terjadi ketika bunyi bertemu dengan permukaan halus seperti dinding, langit-langit atau lantai. Saat bunyi mengalami pemantulan maka akan menghasilkan gema atau gaung. Contohnya adalah ketika kita berteriak di dekat dinding dan diruangan yang kosong akan memunculkan pantulan bunyi dari bunyi yang kita lontarkan.</li> <li>2. Interferensi Gelombang bunyi dapat mengalami perpaduan atau interferensi. Interferensi adalah sifat gelombang bunyi ketika dua atau lebih gelombang bunyi bertemu dan saling berinteraksi. Interferensi ini dapat saling melemahkan maupun menguatkan. Contohnya adalah pertunjukan musik di dalam ruangan dengan suara yang mampu menciptakan harmoni yang dapat didengarkan dengan baik oleh telinga.</li> <li>3. Difraksi (pembelokan) Gelombang bunyi memiliki kemampuan untuk melintasi rintangan atau celah kecil pada suatu permukaan. Ketika gelombang bunyi melewati celah atau rintangan maka gelombang bunyi akan menyebar dan berbelok sehingga gelombang bunyi menyebar ke dalam ruangan dan melewati celah sehingga suara dapat didengar disekitar sudut dan penghalang. Gelombang yang lebih panjang akan lebih mudah untuk mengalami difraksi. Contohnya saat berpapasan dengan pengendara motor ditikungan, maka kita akan mendengar terlebih dahulu suara dari mesin motor sebelum motornya tiba.</li> <li>4. Refraksi (pembiasan) Gelombang bunyi dapat dibiaskan. Pembiasan ini terjadi dimana gelombang bunyi melengkung saat melewati batas antara medium yang berbeda seperti udara dan air atau udara dan dinding. Hal ini terjadi</li> </ol>

		karena disebabkan oleh perbedaan kecepatan rambat gelombang bunyi di dalam medium yang berbeda. Contohnya adalah sedotan yang terlihat bengkok dalam gelas berair.
2.	Berpikir luwes ( <i>Flexibility</i> )	Petir lebih cepat terlihat dari suara guntur karena perbedaan kecepatan cahaya dengan kecepatan suara. Cahaya merambat jauh lebih cepat dari suara. Kecepatan cahaya sekitar 300.000 km/detik, sedangkan kecepatan suara diudara hanya sekitar 340 m/s. Sehingga kilatan petir sampai lebih cepat dan seketika sedangkan suara guntur memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai telinga kita terutama bila jarak antara petir dan pengamat cukup jauh.
3.	Berpikir lancar ( <i>fluency</i> )	Contoh fenomena cepat rambat bunyi sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Petir dan guntur dimana petir terlebih dahulu lalu suara guntur. Hal ini terjadi karena perbedaan kecepatan cahaya dengan kecepatan suara</li> <li>2. Suara gema di daerah pegunungan. Ketika seseorang berteriak di pegunungan atau tempat yang luas maka suara mereka akan terdengar kembali seperti bergema. Hal ini terjadi karena suara merambat di udara, memantul pada permukaan yang keras. Cepat rambat bunyi juga memengaruhi berapa lama gema terdengar. Semakin jauh permukaan pantulan maka semakin lama pula gema akan sampai.</li> <li>3. Suara kereta api yang mendekat. Bunyi peluit kereta api akan semakin keras dan frekuensinya tampak lebih tinggi. Hal ini karena cepat rambat bunyi tetap konstan di udara tetapi pergerakan dari kereta api memengaruhi bagaimana gelombang bunyi sampai ke telinga pendengar.</li> </ol>
4.	Berpikir luwes ( <i>Flexibility</i> )	Peristiwa tersebut terjadi karena adanya perbedaan medium dan peredaman suara yang mempengaruhi gelombang bunyi. Ratni dapat mendengar suara film karena berada di dalam gedung bioskop yang medium udaranya terhubung langsung dengan sumber suara, sedangkan temannya yang masih berada di luar gedung tidak dapat mendengar karena gelombang suara terhalang oleh isolasi dan bahan dinding bioskop. Dalam kasus ini cepat rambat bunyi tidak berubah karena suara tetap merambat melalui udara.
5.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	Diketahui :  $l_{\text{seruling}} = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

		$f_{0p} = f_{3d}$ $v_u = 340 \text{ m/s}$ $v_t = 500 \text{ m/s}$ <p>Ditanya : <math>f_{op} : f_{od} \dots\dots\dots?</math></p> <p>Hitungan</p> <p>Dengan menggunakan konsep frekuensi pada pipa organa terbuka dan dawai</p> $f_{op} = f_{3d}$ $f_{0p} = (n + 1) \frac{v}{2l_{dawai}}$ $f_{0p} = (n + 1) f_{od}$ $\frac{f_{0p}}{f_{od}} = 3 + 1$ $\frac{f_{0p}}{f_{od}} = 4$ <p>Jadi, perbandingan nada dasar pipa organa dengan nada dasar dawai adalah 4:1</p>
6.	Berpikir Terperinci ( <i>Elaboration</i> )	<p>Diketahui :</p> <p>Pipa organa tertutup nada dasarnya yaitu</p> $f_0 = \frac{1}{4} \frac{v}{l_1}$ <p>Nada atas kedua</p> $f_2 = \frac{5}{4} \frac{v}{l_1}$ <p>Nada dasar Pipa organa terbuka</p> $f_0 = \frac{1}{2} \frac{v}{l_2}$ <p>Nada atas ketiga</p> $f_3 = \frac{4}{2} \frac{v}{l_2}$ $v = \lambda \times f$ <p>Karena nada atas kedua pipa organa tertutup ini panjang gelombangnya sama dengan nada atas ketiga suatu pipa organa terbuka, maka</p> $\lambda_2 = \lambda_2$ <p>Laju rapat bunyi diudara juga sama, maka</p>

		$v_2 = v_3$ <p>Sehingga frekuensinya juga sama</p> $f_2 = f_3$ <p>Jadi</p> $\frac{5v}{4l_1} = \frac{4v}{2l_2}$ <p>Karena</p> $f_0 = \frac{1v}{4l_1}$ $\frac{v}{l_1} = 4 \times f_0$ $\frac{v}{l_1} = 4 \times 220$ <p>Jadi</p> $\frac{5v}{4l_1} = \frac{4v}{2l_2}$ $\frac{5}{4}(4 \times 220) = \frac{4 \times 340}{2l_2}$ $5(220) = 2 \frac{340}{l_2}$ $1100 = \frac{680}{l_2}$ $l_2 = \frac{680}{1100}$ <p><b><math>l_2 = 0,62 \text{ m atau } 62 \text{ cm}</math></b></p>
7.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	<p>Diketahui :</p> <p><math>P = 50 \text{ W}</math></p> <p><math>r = 10 \text{ m}</math></p> <p><math>l_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2</math></p> <p>Ditanya : I...?</p> <p>Hitungan</p> <p>Intensitas bunyi pada jarak r</p> $I = \frac{P}{(4\pi r^2)}$

		$I = \frac{50}{(4\pi \cdot 10^2)}$ $I = \frac{50}{(4\pi \cdot 100)}$ $I = \frac{1}{(4\pi \cdot 2)}$ $I = \frac{1}{(8\pi)} = \mathbf{0,04 \text{ W/m}^2}$
8.	Berpikir Luwes ( <i>Flexibility</i> )	<p>Diketahui :</p> $n_1 = 2$ $TI_1 = 35 \text{ dB}$ $n_2 = 20$ Ditanya : $TI_2 \dots?$ Hitungan Taraf intensitas dari n buah sumber : $TI_2 = TI_1 + 10 \log \frac{n_2}{n_1}$ $TI_2 = 35 + 10 \log \frac{20}{2}$ $TI_2 = 35 + 10 \log 10$ $TI_2 = 35 + 10 \cdot 1$ $TI_2 = 35 + 10$ <b><math>TI_2 = 45 \text{ dB}</math></b>
9.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	<p>Diketahui :</p> $v_0 : 35 \text{ m/s}$ $v_s : 40 \text{ m/s}$ $v : 340 \text{ m/s}$ $f : 400 \text{ Hz}$ Ditanya : $f_p \dots?$ Hitungan $f_p = f \frac{v+v_0}{v-v_s}$

		$f_p = 400 \frac{340+35}{340-40}$ $f_p = 400 \frac{375}{300} = 500 \text{ Hz}$
10.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	<p>Diketahui :</p> <p><math>v_s = 35 \text{ m/s}</math></p> <p><math>f_s = 2000 \text{ Hz}</math></p> <p><math>v = 340 \text{ m/s}</math></p> <p>ditanya : <math>f_p</math>.....?</p> <p>hitungan</p> $f_p = \frac{v}{v-v_s} f_s$ $f_p = \frac{340}{340-35} \times 2000$ $f_p = \frac{340}{305} \times 2000$ $f_p = 1,115 \times 2000$ $f_p = 2230 \text{ Hz}$
11.	Berpikir Lancar ( <i>Fluency</i> )	<p>Sifat dan karakteristik gelombang cahaya</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cahaya merambat lurus Gelombang cahaya memiliki sifat dapat merambat lurus. Contohnya ketika kita menggunakan senter dapat diamati bahwa cahaya yang keluar dari senter memancar lurus sesuai dengan yang diarahkan</li> <li>2. Dispersi (dapat diuraikan) Dispersi merupakan pemisahan cahaya putih atau cahaya polikromatik. Dispersi ini terjadi apabila cahaya putih melewati medium pembias karena medium yang dilalui oleh cahaya memiliki sifat yang dapat menguraikan cahaya putih. Contohnya adalah pada proses terjadinya pelangi</li> <li>3. Dapat diserahkan (polarisasi) Polarisasi adalah kondisi ketika terjadi pengurangan dari intensitas cahaya, hal ini karena sifat cahaya yang tegak lurus dengan arah rambatannya. Contohnya pada filter kamera.</li> <li>4. Dapat dipantulkan Cahaya selain merambat lurus juga dapat dipantulkan. Sifat ini akan baik jika cahaya memang jatuh pada</li> </ol>

		permukaan benda yang bisa membuat cahaya tersebut memantul. Contohnya adalah cermin
12.	Berpikir Luwes ( <i>Flexibility</i> )	Cahaya putih terdiri dari banyak panjang gelombang yang berbeda, yang masing-masing dikaitkan dengan warna tertentu. Ketika cahaya melewati prisma, setiap panjang gelombang mengalami pembiasan yang berbeda karena indeks bias kaca sesuai dengan pada panjang gelombang (fenomena dispersi). Panjang gelombang yang lebih pendek (seperti ungu) dibiaskan lebih kuat daripada panjang gelombang yang lebih panjang (seperti merah), sehingga cahaya terurai dan dipecah menjadi spektrum warna.
13.	Berpikir Lancar ( <i>Fluency</i> )	Warna-warna ini dihasilkan oleh interferensi cahaya pada lapisan tipis minyak. Saat cahaya mengenai lapisan minyak, sebagian cahaya dipantulkan dari permukaan minyak dan sebagian lagi dari antarmuka minyak-air. Ketebalan lapisan minyak menentukan jenis interferensi (konstruktif atau destruktif) untuk panjang gelombang tertentu, membuat warna tertentu lebih terlihat.
14.	Berpikir Terperinci ( <i>Elaboration</i> )	Fenomena ini disebut sebagai hamburan Rayleigh yang terjadi ketika sinar matahari, yang terdiri dari panjang gelombang (warna) yang berbeda, melewati atmosfer bumi dan berinteraksi dengan molekul udara dan partikel kecil lainnya. Hamburan Cahaya oleh Molekul Udara Molekul-molekul di atmosfer (seperti nitrogen dan oksigen) menyebarkan panjang gelombang cahaya pendek (biru dan ungu) lebih efektif daripada panjang gelombang cahaya panjang (merah dan oranye). Hamburan ini terjadi karena panjang gelombang cahaya biru sebanding dengan ukuran molekul udara, sehingga cahaya ini sering tersebar ke segala arah. Selain itu, sebagian besar cahaya ungu diserap oleh lapisan ozon di atmosfer. Seiring dengan semakin panjangnya sinar cahaya, semakin banyak cahaya biru yang tersebar menjauh dari garis penglihatan, sehingga cahaya merah dengan panjang gelombang yang lebih panjang menjadi lebih menonjol, yang dapat menyebabkan langit berubah warna (misalnya, berubah menjadi merah atau jingga saat matahari terbenam).
15.	Berpikir Terperinci ( <i>Elaboration</i> )	Mengembangkan panel surya yang dapat memanfaatkan energi cahaya menjadi energi listrik. Dengan panel surya ini akan bermanfaat bagi makhluk hidup untuk dapat menghasilkan energi listrik bahkan dikondisi cahaya rendah ataupun cuaca mendung. Cara kerja panel surya

	<p>yaitu dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses yang disebut dengan efek fotovoltaik. Cahaya matahari akan diserap oleh panel surya. Ketika cahaya matahari mengenai permukaan panel, foton atau partikel cahaya akan diserap oleh sel fotovoltaik kemudian energi dari foton membuat elektron di atom silikon menjadi terlepas dari ikatan atomnya. Ketika elektron tersebut terlepas, perbedaan muatan antara dua lapisan menciptakan medan listrik yang memaksa elektron mengalir ke satu arah. Aliran elektron inilah yang menciptakan arus listrik searah (DC) sehingga arus DC ini akan dikonversi menggunakan alat yang disebut dengan inverter. Setelah diubah menjadi arus AC listrik tersebut bisa digunakan langsung untuk memenuhi kebutuhan rumah, disimpan dalam baterai, atau dialirkan ke jaringan listrik (grid).</p>
--	--



**Lampiran 1. 4 Pedoman Penskoran Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Diujicobakan**

<b>Dimensi</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Berpikir lancar ( <i>Fluency</i> )	Tidak menjawab	0
	Memberikan sebuah ide yang tidak relevan dengan pemecahan masalah	1
	Memberikan sebuah ide yang relevan namun jawabannya salah	2
	Memberikan lebih dari satu ide yang relevan, tetapi jawabannya masih salah	3
	Memberikan lebih dari satu ide yang relevan dan penyelesaiannya benar dan jelas	4
Berpikir luwes ( <i>flexibility</i> )	Tidak menjawab atau memberikan jawaban dengan satu cara penyelesaian atau lebih tetapi semua salah	0
	Memberikan jawaban hanya dengan satu cara penyelesaian dengan proses yang benar namun hasilnya salah	1
	Memberikan jawaban dengan satu cara penyelesaian namun proses perhitungan dan hasilnya benar	2
	Memberikan jawaban dengan lebih dari satu cara penyelesaian, akan tetapi hasilnya ada yang salah karena terdapat kesalahan dalam proses perhitungan	3
	Memberikan jawaban lebih dari satu, proses perhitungannya dan hasilnya benar	4
Berpikir orisinalitas ( <i>originality</i> )	Tidak menjawab atau memberin jawaban yang salah	0
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, tetapi tidak dipahami	1
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, proses perhitungannya sudah terarah, tetapi jawabannya tidak lengkap	2
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, akan tetapi terdapat kesalahan dalam proses perhitungan sehingga hasilnya salah	3

	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri dan proses perhitungan serta hasilnya benar	4
Berpikir terperinci ( <i>elaboration</i> )	Tidak menjawab atau memberikan jawaban yang salah	0
	Terdapat kesalahan dalam jawaban dan tidak disertai dengan perincian	1
	Terdapat kesalahan dalam jawaban dan penyelesaian masalah belum terperinci dengan detail	2
	Terdapat kesalahan dalam jawaban tapi disertai dengan perincian yang rinci	3
	Memberikan jawaban yang benar dan rinci	4



Lampiran 1. 5 Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

No.	Sub Materi	Indikator	Nomor Butir Soal				Jumlah Soal
			D1	D2	D3	D4	
1	Gelombang Bunyi	Menjelaskan gagasan dan mengemukakan penafsiran karakteristik gelombang bunyi	1				1
		Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi	2				1
		Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi		4	3		2
		Memberikan penafsiran mengenai persamaan efek doppler			5,6		2
2	Gelombang Cahaya	Menjelaskan karakteristik gelombang cahaya		7			1
		Memberikan pemecahan dan solusi baru mengenai peristiwa interferensi cahaya	8				1
		Merinci dan memberikan solusi baru mengenai fenomena polarisasi cahaya				9	1

		Mengembangkan ide kreatif terkait penggunaan gelombang cahaya untuk teknologi masa depan				10	1
<b>Jumlah</b>			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>



## Lampiran 1. 6 Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Kelas/Semester : XI/II

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 2 JP

Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

---

### Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Tuliskanlah identitas secara lengkap pada lembar jawaban!
2. Cermatilah seluruh soal dengan baik! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
3. Kerjakanlah soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
4. Kerjakanlah soal dengan baik, mandiri dan jujur!

Kerjakanlah soal berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Jelaskanlah sifat dan karakteristik gelombang bunyi beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
2. Analisislah contoh fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan cepat rambat bunyi!
3. Sebuah sumber gelombang bunyi memancarkan gelombang ke medium di sekelilingnya yang homogen dengan daya 50 W. Maka berapakah intensitas radiasi gelombang tersebut pada jarak 10 meter dari sumber?
4. Disebuah ruang kelas MIPA terjadi percakapan antara 2 orang siswa dengan taraf intensitas sebesar 35 dB. Jika terdapat 20 siswa melakukan percakapan taraf intensitas yang dihasilkan menjadi?
5. Putri dan Ratni mengendarai mobil dengan saling berlawanan. Putri mengendarai dari arah selatan menuju utara dengan kecepatan 40 m/s sedangkan Ratni dari arah utara menuju selatan dengan kecepatan 35 m/s. Salah satu klakson mobil berbunyi dengan frekuensi 400 Hz dengan kecepatan bunyi adalah 340 m/s. Maka berapakah frekuensi yang didengar oleh Ratni?
6. Sebuah kereta api bergerak dengan kecepatan 35 m/s mendekati stasiun. Kereta api tersebut membunyikan peluit dengan frekuensi 2000 Hz. Jika kecepatan bunyi di dalam udara sebesar 340 m/s, maka tentukanlah frekuensi bunyi yang didengar oleh orang-orang yang berada di stasiun kereta api tersebut!
7. Seberkas cahaya putih dilewatkan melalui sebuah prisma kaca. Setelah cahaya putih tersebut melewati prisma, cahaya putih terurai menjadi berbagai warna. Jelaskanlah mengapa cahaya putih dapat terurai menjadi spektrum warna tersebut!
8. Cuaca di Karangasem saat ini selalu turun hujan, hal itu menyebabkan jalan licin sehingga beberapa pengendara mengalami kecelakaan. Kecelakaan yang terjadi membuat tumpahan minyak dari kendaraan tersebut. Ratni mengamati bahwa ketika minyak bercampur dengan air terlihat warna-warni. Mengapa warna-warni pada minyak yang bercampur dengan air tersebut muncul?

9. Pada siang hari langit terlihat lebih biru, jelaskan mengapa langit dominan terlihat warna biru daripada warna lainnya?
10. Berikan ide kreatif tentang penggunaan gelombang cahaya dalam teknologi masa depan untuk membantu dalam meningkatkan kebutuhan akan energi terbarukan!



### Lampiran 1. 7 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

No.	Dimensi Keterampilan Berpikir Kreatif	Pembahasan
1.	Berpikir lancar ( <i>fluency</i> )	<p>Sifat dan Karakteristik gelombang bunyi beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refleksi (pemantulan) Refleksi adalah kemampuan gelombang bunyi untuk dapat memantulkan bunyi itu sendiri. Pemantulan ini terjadi ketika bunyi bertemu dengan permukaan halus seperti dinding, langit-langit atau lantai. Saat bunyi mengalami pemantulan maka akan menghasilkan gema atau gaung. Contohnya adalah ketika kita berteriak di dekat dinding dan diruangan yang kosong akan memunculkan pantulan bunyi dari bunyi yang kita lontarkan.</li> <li>2. Interferensi Gelombang bunyi dapat mengalami perpaduan atau interferensi. Interferensi adalah sifat gelombang bunyi ketika dua atau lebih gelombang bunyi bertemu dan saling berinteraksi. Interferensi ini dapat saling melemahkan maupun menguatkan. Contohnya adalah pertunjukan musik di dalam ruangan dengan suara yang mampu menciptakan harmoni yang dapat didengarkan dengan baik oleh telinga.</li> <li>3. Difraksi (pembelokan) Gelombang bunyi memiliki kemampuan untuk melintasi rintangan atau celah kecil pada suatu permukaan. Ketika gelombang bunyi melewati celah atau rintangan maka gelombang bunyi akan menyebar dan berbelok sehingga gelombang bunyi menyebar ke dalam ruangan dan melewati celah sehingga suara dapat didengar disekitar sudut dan penghalang. Gelombang yang lebih panjang akan lebih mudah untuk mengalami difraksi. Contohnya saat berpapasan dengan pengendara motor ditikungan, maka kita akan mendengar terlebih dahulu suara dari mesin motor sebelum motornya tiba.</li> <li>4. Refraksi (pembiasan) Gelombang bunyi dapat dibiaskan. Pembiasan ini terjadi dimana gelombang bunyi melengkung saat</li> </ol>

		melewati batas antara medium yang berbeda seperti udara dan air atau udara dan dinding. Hal ini terjadi karena disebabkan oleh perbedaan kecepatan rambat gelombang bunyi di dalam medium yang berbeda. Contohnya adalah sedotan yang terlihat bengkok dalam gelas berair.
2.	Berpikir lancar ( <i>fluency</i> )	<p>Contoh fenomena cepat rambat bunyi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Petir dan guntur dimana petir terlebih dahulu lalu suara guntur. Hal ini terjadi karena perbedaan kecepatan cahaya dengan kecepatan suara</li> <li>2. Suara gema didaerah pegunungan. Ketika seseorang berteriak di pegunungan atau tempat yang luas maka suara mereka akan terdengar kembali seperti bergema. Hal ini terjadi karena suara merambat diudara, memantul pada permukaan yang keras. Cepat rambat bunyi juga memengaruhi berapa lama gema terdengar. Semakin jauh permukaan pantulan maka semakin lama pula gema akan sampai.</li> <li>3. Suara kereta api yang mendekat. Bunyi peluit kereta api akan semakin keras dan frekuensinya tampak lebih tinggi. Hal ini karena cepat rambat bunyi tetap konstan di udara tetapi pergerakan dari kereta api memengaruhi bagaimana gelombang bunyi sampe ke telinga pendengar.</li> </ol>
3.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	<p>Diketahui :</p> <p><math>P = 50 \text{ W}</math></p> <p><math>r = 10 \text{ m}</math></p> <p><math>I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2</math></p> <p>Ditanya : I...?</p> <p>Hitungan</p> <p>Intensitas bunyi pada jarak r</p> $I = \frac{P}{(4\pi r^2)}$ $I = \frac{50}{(4\pi \cdot 10^2)}$ $I = \frac{50}{(4\pi \cdot 100)}$ $I = \frac{1}{(4\pi \cdot 2)}$

		$I = \frac{1}{(8\pi)} = 0,04 \text{ W/m}^2$
4.	Berpikir Luwes (Flexibility)	<p>Diketahui :</p> $n_1 = 2$ $TI_1 = 35 \text{ dB}$ $n_2 = 20$ Ditanya : $TI_2 \dots?$ Hitungan Taraf intensitas dari n buah sumber : $TI_2 = TI_1 + 10 \log \frac{n_2}{n_1}$ $TI_2 = 35 + 10 \log \frac{20}{2}$ $TI_2 = 35 + 10 \log 10$ $TI_2 = 35 + 10 \cdot 1$ $TI_2 = 35 + 10$ $TI_2 = 45 \text{ dB}$
5.	Berpikir Orisinal (Originality)	<p>Diketahui :</p> $v_0 : 35 \text{ m/s}$ $v_s : 40 \text{ m/s}$ $v : 340 \text{ m/s}$ $f : 400 \text{ Hz}$ Ditanya : $f_p \dots?$ Hitungan $f_p = f \frac{v+v_0}{v-v_s}$ $f_p = 400 \frac{340+35}{340-40}$ $f_p = 400 \frac{375}{300} = 500 \text{ Hz}$

6.	Berpikir Orisinal ( <i>Originality</i> )	<p>Diketahui :</p> $v_s = 35 \text{ m/s}$ $f_s = 2000 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ <p>ditanya : <math>f_p</math>.....?</p> <p>hitungan</p> $f_p = \frac{v}{v-v_s} f_s$ $f_p = \frac{340}{340-35} \times 2000$ $f_p = \frac{340}{305} \times 2000$ $f_p = 1,115 \times 2000$ <p><b><math>f_p = 2230 \text{ Hz}</math></b></p>
7.	Berpikir Luwes ( <i>Flexibility</i> )	<p>Cahaya putih terdiri dari banyak panjang gelombang yang berbeda, yang masing-masing dikaitkan dengan warna tertentu. Ketika cahaya melewati prisma, setiap panjang gelombang mengalami pembiasan yang berbeda karena indeks bias kaca sesuai dengan pada panjang gelombang (fenomena dispersi). Panjang gelombang yang lebih pendek (seperti ungu) dibiaskan lebih kuat daripada panjang gelombang yang lebih panjang (seperti merah), sehingga cahaya terurai dan dipecah menjadi spektrum warna.</p>
8.	Berpikir Lancar ( <i>Fluency</i> )	<p>Warna-warna ini dihasilkan oleh interferensi cahaya pada lapisan tipis minyak. Saat cahaya mengenai lapisan minyak, sebagian cahaya dipantulkan dari permukaan minyak dan sebagian lagi dari antarmuka minyak-air. Ketebalan lapisan minyak menentukan jenis interferensi (konstruktif atau destruktif) untuk panjang gelombang tertentu, membuat warna tertentu lebih terlihat.</p>
9.	Berpikir Terperinci ( <i>Elaboration</i> )	<p>Fenomena ini disebut sebagai hamburan Rayleigh yang terjadi ketika sinar matahari, yang terdiri dari panjang gelombang (warna) yang berbeda, melewati atmosfer bumi dan berinteraksi dengan molekul udara dan partikel kecil lainnya. Hamburan Cahaya oleh Molekul Udara</p>

		<p>Molekul-molekul di atmosfer (seperti nitrogen dan oksigen) menyebarkan panjang gelombang cahaya pendek (biru dan ungu) lebih efektif daripada panjang gelombang cahaya panjang (merah dan oranye). Hamburan ini terjadi karena panjang gelombang cahaya biru sebanding dengan ukuran molekul udara, sehingga cahaya ini sering tersebar ke segala arah. Selain itu, sebagian besar cahaya ungu diserap oleh lapisan ozon di atmosfer. Seiring dengan semakin panjangnya sinar cahaya, semakin banyak cahaya biru yang tersebar menjauh dari garis penglihatan, sehingga cahaya merah dengan panjang gelombang yang lebih panjang menjadi lebih menonjol, yang dapat menyebabkan langit berubah warna (misalnya, berubah menjadi merah atau jingga saat matahari terbenam).</p>
10.	<p>Berpikir Terperinci (<i>Elaboration</i>)</p>	<p>Mengembangkan panel surya yang dapat memanfaatkan energi cahaya menjadi energi listrik. Dengan panel surya ini akan bermanfaat bagi makhluk hidup untuk dapat menghasilkan energi listrik bahkan dikondisi cahaya rendah ataupun cuaca mendung. Cara kerja panel surya yaitu dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses yang disebut dengan efek fotovoltaiik. Cahaya matahari akan diserap oleh panel surya. Ketika cahaya matahari mengenai permukaan panel, foton atau partikel cahaya akan diserap oleh sel fotovoltaiik kemudian energi dari foton membuat elektron di atom silikon menjadi terlepas dari ikatan atomnya. Ketika elektron tersebut terlepas, perbedaan muatan antara dua lapisan menciptakan medan listrik yang memaksa elektron mengalir ke satu arah. Aliran elektron inilah yang menciptakan arus listrik searah (DC) sehingga arus DC ini akan dikonversi menggunakan alat yang disebut dengan inverter. Setelah diubah menjadi arus AC listrik tersebut bisa digunakan langsung untuk memenuhi kebutuhan rumah, disimpan dalam baterai, atau dialirkan ke jaringan listrik (grid).</p>

**Lampiran 1. 8 Pedoman Penskoran Tes Keterampilan Berpikir Kreatif yang Digunakan Penelitian**

<b>Dimensi</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Berpikir lancar ( <i>Fluency</i> )	Tidak menjawab	0
	Memberikan sebuah ide yang tidak relevan dengan pemecahan masalah	1
	Memberikan sebuah ide yang relevan namun jawabannya salah	2
	Memberikan lebih dari satu ide yang relevan, tetapi jawabannya masih salah	3
	Memberikan lebih dari satu ide yang relevan dan penyelesaiannya benar dan jelas	4
Berpikir luwes ( <i>flexibility</i> )	Tidak menjawab atau memberikan jawaban dengan satu cara penyelesaian atau lebih tetapi semua salah	0
	Memberikan jawaban hanya dengan satu cara penyelesaian dengan proses yang benar namun hasilnya salah	1
	Memberikan jawaban dengan satu cara penyelesaian namun proses perhitungan dan hasilnya benar	2
	Memberikan jawaban dengan lebih dari satu cara penyelesaian, akan tetapi hasilnya ada yang salah karena terdapat kesalahan dalam proses perhitungan	3
	Memberikan jawaban lebih dari satu, proses perhitungannya dan hasilnya benar	4
Berpikir orisinalitas ( <i>originality</i> )	Tidak menjawab atau memberin jawaban yang salah	0
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, tetapi tidak dipahami	1
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, proses perhitungannya sudah terarah, tetapi jawabannya tidak lengkap	2
	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri, akan tetapi terdapat kesalahan dalam proses perhitungan sehingga hasilnya salah	3

	Memberikan jawaban dengan caranya sendiri dan proses perhitungan serta hasilnya benar	4
Berpikir terperinci ( <i>elaboration</i> )	Tidak menjawab atau memberikan jawaban yang salah	0
	Terdapat kesalahan dalam jawaban dan tidak disertai dengan perincian	1
	Terdapat kesalahan dalam jawaban dan penyelesaian masalah belum terperinci dengan detail	2
	Terdapat kesalahan dalam jawaban tapi disertai dengan perincian yang rinci	3
	Memberikan jawaban yang benar dan rinci	4



**LAMPIRAN II**  
**HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN**



- Lampiran 2.1 Data Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 2.2 Analisis Indeks Daya Beda dan Indeks Kesukaran Butir Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 2.3 *Output* SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 2.4 *Output* SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes Keterampilan Berpikir Kreatif
- Lampiran 2.5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

### Lampiran 2. 1 Data Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Nama Sekolah : SMAN 1 Selat

Kelas : XII

Jumlah : 64

Jumlah Butir Soal : 15 Butir

#### 1. Butir Soal 1-10

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

30	2	1	2	4	0	0	0	0	0	0
31	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4
32	4	4	4	4	0	0	4	4	3	0
33	4	4	4	4	0	0	4	4	4	0
34	0	4	2	4	1	0	4	4	0	0
35	4	2	4	2	0	4	4	4	4	4
36	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
37	4	4	0	4	0	0	4	0	4	4
38	3	4	4	2	0	0	4	0	0	0
39	4	2	4	3	1	0	4	4	4	4
40	4	4	4	3	0	0	4	0	4	3
41	3	4	2	1	0	0	4	0	0	0
42	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
43	2	4	2	4	0	0	4	0	0	0
44	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
45	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4
46	4	4	4	0	1	0	4	4	4	4
47	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0
48	2	4	3	1	0	0	0	0	0	0
49	4	4	1	4	0	1	4	0	4	4
50	2	4	3	4	0	0	4	0	4	4
51	4	4	2	4	0	0	4	0	4	4
52	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4
53	4	4	4	2	0	0	4	0	4	0
54	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
55	4	2	4	4	1	0	4	4	4	4
56	2	4	3	0	0	0	4	0	4	4
57	2	2	1	4	0	0	4	0	4	0
58	3	4	4	4	1	4	4	4	4	3
59	3	4	3	4	1	2	4	4	4	4
60	3	2	0	4	0	0	0	0	0	0
61	4	4	3	0	0	1	4	0	4	4
62	3	2	2	2	0	0	4	0	0	4
63	4	4	0	2	0	0	4	0	4	4
64	4	4	4	4	0	0	4	0	0	3

## 2. Butir Soal 11-15

No. Resp	Skor Perbutir					Skor Total
	11	12	13	14	15	

1	4	4	4	4	4	44
2	4	4	4	4	4	54
3	4	4	4	4	4	47
4	4	4	4	4	4	51
5	4	4	4	4	4	49
6	4	2	4	4	4	50
7	4	2	4	4	4	46
8	4	2	4	4	4	51
9	4	4	4	4	2	51
10	4	4	1	4	4	30
11	4	2	4	4	4	46
12	4	4	4	4	4	53
13	4	2	4	4	4	51
14	4	2	4	4	0	34
15	4	4	4	4	4	49
16	4	2	4	1	4	39
17	4	4	4	2	2	48
18	4	4	4	4	4	48
19	4	4	4	4	4	44
20	0	0	0	0	0	16
21	4	4	4	4	4	48
22	4	2	4	4	4	47
23	4	2	4	4	4	45
24	4	4	4	4	4	55
25	4	4	4	4	4	48
26	4	4	4	4	3	37
27	4	4	4	4	4	43
28	4	4	4	4	4	48
29	4	2	4	4	4	47
30	4	4	2	2	4	25

31	4	4	4	4	4	48
32	4	2	4	4	4	45
33	4	4	4	4	0	44
34	4	4	4	0	0	31
35	4	4	4	4	4	52
36	4	4	4	4	4	56
37	4	4	4	4	4	44
38	4	0	0	3	0	24
39	4	4	4	4	4	50
40	4	4	4	4	4	46
41	4	0	2	2	4	26
42	4	4	4	4	4	57
43	4	0	0	4	0	24
44	4	2	3	4	4	49
45	4	4	4	4	4	48
46	4	4	4	4	4	49
47	4	0	0	2	0	13
48	4	3	2	2	4	25
49	4	4	4	4	4	46
50	4	1	4	1	2	37
51	4	4	4	4	4	46
52	4	4	4	4	4	54
53	4	4	4	4	4	42
54	4	4	4	4	4	44
55	4	4	3	2	4	48
56	0	2	3	0	2	28
57	4	1	3	3	4	32
58	4	4	4	4	4	55
59	4	4	4	4	3	52
60	4	3	2	4	3	25

61	4	4	4	4	4	44
62	4	2	4	2	4	33
63	4	4	4	4	4	42
64	4	4	4	4	4	43



**Lampiran 2. 2 Analisis Indeks Daya Beda dan Indeks Kesukaran Butir Tes Keterampilan Berpikir Kreatif**

**A. Analisis Indeks Daya Butir (IDB)**

Butir Soal No. 1-10

No. Respon	Skor Perbutir									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
36	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
58	3	4	4	4	1	4	4	4	4	3
24	4	4	4	4	1	3	4	4	4	3
2	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4
52	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4
12	4	4	4	4	1	4	4	0	4	4
35	4	2	4	2	0	4	4	4	4	4
59	3	4	3	4	1	2	4	4	4	4
4	2	4	4	4	1	0	4	4	4	4
8	4	4	4	4	1	0	4	4	4	4
9	4	4	4	4	1	4	4	0	4	4
13	4	4	4	4	1	0	4	4	4	4
6	4	4	4	4	1	0	4	4	4	3
39	4	2	4	3	1	0	4	4	4	4
44	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
5	4	4	4	4	1	0	4	4	0	4
Rata-Rata Atas	3.76	3.76	3.94	3.82	0.94	1.71	4.00	3.53	3.76	3.82
16	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
50	2	4	3	4	0	0	4	0	4	4
26	3	4	2	3	1	1	4	0	0	0
14	1	4	3	4	0	0	4	0	0	4
62	3	2	2	2	0	0	4	0	0	4
57	2	2	1	4	0	0	4	0	4	0
34	0	4	2	4	1	0	4	4	0	0
10	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0
56	2	4	3	0	0	0	4	0	4	4
41	3	4	2	1	0	0	4	0	0	0

48	2	4	3	1	0	0	0	0	0	0
60	3	2	0	4	0	0	0	0	0	0
30	2	1	2	4	0	0	0	0	0	0
43	2	4	2	4	0	0	4	0	0	0
38	3	4	4	2	0	0	4	0	0	0
20	2	2	4	4	0	0	0	0	0	4
47	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0
Rata-rata Bawah	2.24	3.29	2.35	3.00	0.12	0.06	2.59	0.24	0.71	1.41
DB	0.38	0.12	0.40	0.21	0.21	0.41	0.35	0.82	0.76	0.60
Kriteria	Rendah	Sangat Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Sangat Tinggi	Tinggi	Tinggi

Butir Soal No. 11-15

No. Resp	Skor Perbutir					Skor Total
	11	12	13	14	15	
42	4	4	4	4	4	57
36	4	4	4	4	4	56
58	4	4	4	4	4	55
24	4	4	4	4	4	55
2	4	4	4	4	4	54
52	4	4	4	4	4	54
12	4	4	4	4	4	53
35	4	4	4	4	4	52
59	4	4	4	4	3	52
4	4	4	4	4	4	51
8	4	2	4	4	4	51
9	4	4	4	4	2	51
13	4	2	4	4	4	51
6	4	2	4	4	4	50
39	4	4	4	4	4	50
44	4	2	3	4	4	49
5	4	4	4	4	4	49

Rata-Rata Atas	4.00	3.53	3.94	4.00	3.82	
16	4	2	4	1	4	39
50	4	1	4	1	2	37
26	4	4	4	4	3	37
14	4	2	4	4	0	34
62	4	2	4	2	4	33
57	4	1	3	3	4	32
34	4	4	4	0	0	31
10	4	4	1	4	4	30
56	0	2	3	0	2	28
41	4	0	2	2	4	26
48	4	3	2	2	4	25
60	4	3	2	4	3	25
30	4	4	2	2	4	25
43	4	0	0	4	0	24
38	4	0	0	3	0	24
20	0	0	0	0	0	16
47	4	0	0	2	0	13
Rata-rata Bawah	3.53	1.88	2.29	2.24	2.24	
DB	0.12	0.41	0.41	0.44	0.40	
Kriteria	Sangat Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah	

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

Butir Soal No. 1-10

No.	Skor Perbutir									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
36	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4

58	3	4	4	4	1	4	4	4	4	3
24	4	4	4	4	1	3	4	4	4	3
2	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4
52	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4
12	4	4	4	4	1	4	4	0	4	4
35	4	2	4	2	0	4	4	4	4	4
59	3	4	3	4	1	2	4	4	4	4
4	2	4	4	4	1	0	4	4	4	4
8	4	4	4	4	1	0	4	4	4	4
9	4	4	4	4	1	4	4	0	4	4
13	4	4	4	4	1	0	4	4	4	4
6	4	4	4	4	1	0	4	4	4	3
39	4	2	4	3	1	0	4	4	4	4
44	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4
5	4	4	4	4	1	0	4	4	0	4
46	4	4	4	0	1	0	4	4	4	4
15	4	4	4	4	0	1	4	4	0	4
17	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4
18	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4
21	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4
28	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4
31	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4
45	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4
25	4	4	4	4	0	1	4	4	3	0
55	4	2	4	4	1	0	4	4	4	4
3	4	4	4	3	0	0	4	4	0	4
22	4	4	4	4	0	1	4	4	0	4
29	4	4	4	4	1	0	4	4	0	4
7	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4
11	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4
40	4	4	4	3	0	0	4	0	4	3
51	4	4	2	4	0	0	4	0	4	4
49	4	4	1	4	0	1	4	0	4	4
32	4	4	4	4	0	0	4	4	3	0
23	4	4	4	4	1	0	4	0	3	3
1	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
19	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
33	4	4	4	4	0	0	4	4	4	0
37	4	4	0	4	0	0	4	0	4	4
54	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
61	4	4	3	0	0	1	4	0	4	4

64	4	4	4	4	0	0	4	0	0	3
27	4	4	2	4	1	0	4	0	0	4
53	4	4	4	2	0	0	4	0	4	0
63	4	4	0	2	0	0	4	0	4	4
16	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4
50	2	4	3	4	0	0	4	0	4	4
26	3	4	2	3	1	1	4	0	0	0
14	1	4	3	4	0	0	4	0	0	4
62	3	2	2	2	0	0	4	0	0	4
57	2	2	1	4	0	0	4	0	4	0
34	0	4	2	4	1	0	4	4	0	0
10	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0
56	2	4	3	0	0	0	4	0	4	4
41	3	4	2	1	0	0	4	0	0	0
48	2	4	3	1	0	0	0	0	0	0
60	3	2	0	4	0	0	0	0	0	0
30	2	1	2	4	0	0	0	0	0	0
43	2	4	2	4	0	0	4	0	0	0
38	3	4	4	2	0	0	4	0	0	0
20	2	2	4	4	0	0	0	0	0	4
47	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0
<b>Skor Maks</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>							
Rata- Rata	3.47	3.72	3.30	3.47	0.36	0.61	3.63	1.81	2.20	2.97
TKB	0.87	0.93	0.82	0.87	0.09	0.15	0.91	0.45	0.55	0.74
IKB	Sangat Mudah	Sangat Mudah	Sangat Mudah	Sangat Mudah	Sangat Sukar	Sangat Sukar	Sangat Mudah	Se da ng	Se da ng	M ud ah

## Butir Soal 11-15

No. Resp	Skor Perbutir					Skor Total
	11	12	13	14	15	
42	4	4	4	4	4	57

36	4	4	4	4	4	56
58	4	4	4	4	4	55
24	4	4	4	4	4	55
2	4	4	4	4	4	54
52	4	4	4	4	4	54
12	4	4	4	4	4	53
35	4	4	4	4	4	52
59	4	4	4	4	3	52
4	4	4	4	4	4	51
8	4	2	4	4	4	51
9	4	4	4	4	2	51
13	4	2	4	4	4	51
6	4	2	4	4	4	50
39	4	4	4	4	4	50
44	4	2	3	4	4	49
5	4	4	4	4	4	49
46	4	4	4	4	4	49
15	4	4	4	4	4	49
17	4	4	4	2	2	48
18	4	4	4	4	4	48
21	4	4	4	4	4	48
28	4	4	4	4	4	48
31	4	4	4	4	4	48
45	4	4	4	4	4	48
25	4	4	4	4	4	48
55	4	4	3	2	4	48
3	4	4	4	4	4	47
22	4	2	4	4	4	47
29	4	2	4	4	4	47
7	4	2	4	4	4	46
11	4	2	4	4	4	46
40	4	4	4	4	4	46
51	4	4	4	4	4	46
49	4	4	4	4	4	46
32	4	2	4	4	4	45
23	4	2	4	4	4	45
1	4	4	4	4	4	44
19	4	4	4	4	4	44
33	4	4	4	4	0	44
37	4	4	4	4	4	44
54	4	4	4	4	4	44

61	4	4	4	4	4	44
64	4	4	4	4	4	43
27	4	4	4	4	4	43
53	4	4	4	4	4	42
63	4	4	4	4	4	42
16	4	2	4	1	4	39
50	4	1	4	1	2	37
26	4	4	4	4	3	37
14	4	2	4	4	0	34
62	4	2	4	2	4	33
57	4	1	3	3	4	32
34	4	4	4	0	0	31
10	4	4	1	4	4	30
56	0	2	3	0	2	28
41	4	0	2	2	4	26
48	4	3	2	2	4	25
60	4	3	2	4	3	25
30	4	4	2	2	4	25
43	4	0	0	4	0	24
38	4	0	0	3	0	24
20	0	0	0	0	0	16
47	4	0	0	2	0	13
<b>Skor Max</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Rata-Rata	3.88	3.13	3.52	3.47	3.39	
TKB	0.97	0.78	0.88	0.87	0.85	
IKB	Sangat Mudah	Mudah	Sangat Mudah	Sangat Mudah	Sangat Mudah	



	Sig. (2-tailed)	.017	.503	.308	.769	.016	.004	.003	.200		.037
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B10	Pearson Correlation	.460**	.176	.362**	.154	.203	.183	.444**	.205	.261*	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.165	.003	.223	.108	.149	.000	.104	.037	
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B11	Pearson Correlation	.282*	.180	-.031	.242	.119	.085	.250*	.163	.019	-.111
	Sig. (2-tailed)	.024	.155	.809	.054	.348	.507	.046	.197	.884	.382
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B12	Pearson Correlation	.430**	.072	.180	.147	.226	.300*	.197	.179	.293*	.277*
	Sig. (2-tailed)	.000	.574	.154	.246	.072	.016	.119	.157	.019	.027
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B13	Pearson Correlation	.523**	.321**	.326**	.202	.265*	.207	.684**	.343**	.379**	.544**
	Sig. (2-tailed)	.000	.010	.009	.110	.034	.101	.000	.006	.002	.000
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B14	Pearson Correlation	.620**	.285*	.193	.259*	.163	.139	.331**	.268*	.195	.178
	Sig. (2-tailed)	.000	.022	.127	.039	.199	.273	.008	.033	.123	.160
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
B15	Pearson Correlation	.649**	-.016	.200	.047	.134	.044	.221	.210	.210	.346**
	Sig. (2-tailed)	.000	.898	.113	.710	.290	.727	.079	.095	.097	.005
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Jumlah	Pearson Correlation	.723**	.336**	.552**	.327**	.442**	.425**	.656**	.575**	.546**	.608**
	Sig. (2-tailed)	.000	.007	.000	.008	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64

\*\* . 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

		B11	B12	B13	B14	B15	Jumlah
B1	Pearson Correlation	.282*	.430**	.523**	.620**	.649**	.723**
	Sig. (2-tailed)	.024	.000	.000	.000	.000	.000
	N	64	64	64	64	64	64

B2	Pearson Correlation	.180	.072	.321**	.285*	-.016	.336**
	Sig. (2-tailed)	.155	.574	.010	.022	.898	.007
	N	64	64	64	64	64	64
B3	Pearson Correlation	-.031	.180	.326**	.193	.200	.552**
	Sig. (2-tailed)	.809	.154	.009	.127	.113	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B4	Pearson Correlation	.242	.147	.202	.259*	.047	.327**
	Sig. (2-tailed)	.054	.246	.110	.039	.710	.008
	N	64	64	64	64	64	64
B5	Pearson Correlation	.119	.226	.265*	.163	.134	.442**
	Sig. (2-tailed)	.348	.072	.034	.199	.290	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B6	Pearson Correlation	.085	.300*	.207	.139	.044	.425**
	Sig. (2-tailed)	.507	.016	.101	.273	.727	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B7	Pearson Correlation	.250*	.197	.684**	.331**	.221	.656**
	Sig. (2-tailed)	.046	.119	.000	.008	.079	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B8	Pearson Correlation	.163	.179	.343**	.268*	.210	.575**
	Sig. (2-tailed)	.197	.157	.006	.033	.095	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B9	Pearson Correlation	.019	.293*	.379**	.195	.210	.546**
	Sig. (2-tailed)	.884	.019	.002	.123	.097	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B10	Pearson Correlation	-.111	.277*	.544**	.178	.346**	.608**
	Sig. (2-tailed)	.382	.027	.000	.160	.005	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B11	Pearson Correlation	1	.295*	.328**	.565**	.332**	.372**
	Sig. (2-tailed)		.018	.008	.000	.007	.002
	N	64	64	64	64	64	64
B12	Pearson Correlation	.295*	1	.612**	.419**	.456**	.613**
	Sig. (2-tailed)	.018		.000	.001	.000	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B13	Pearson Correlation	.328**	.612**	1	.392**	.537**	.805**
	Sig. (2-tailed)	.008	.000		.001	.000	.000
	N	64	64	64	64	64	64
B14	Pearson Correlation	.565**	.419**	.392**	1	.452**	.616**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.001		.000	.000
	N	64	64	64	64	64	64

B15	Pearson Correlation	.332**	.456**	.537**	.452**	1	.584**
	Sig. (2-tailed)	.007	.000	.000	.000		.000
	N	64	64	64	64	64	64
Jumlah	Pearson Correlation	.372**	.613**	.805**	.616**	.584**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.000	.000	.000	.000	
	N	64	64	64	64	64	64

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

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

Kriteria butir soal yang digunakan pada penelitian ini adalah indeks korelasi ( $r_{xy}$ ) yang memiliki nilai diatas 0,30 yang berarti butir tes mempunyai derajat konsistensi internal butir yang tinggi yang artinya butir tes dapat digunakan langsung (Santyasa, 2014)



**Lampiran 2. 4 Output SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes Keterampilan Berpikir Kreatif**

**Case Processing Summary**

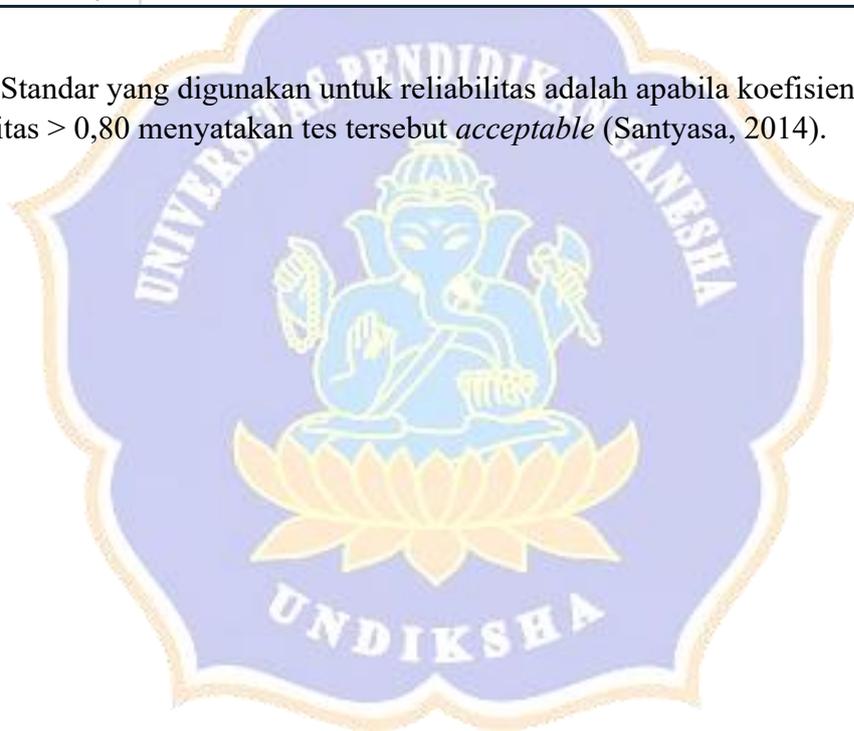
		N	%
Cases	Valid	64	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	64	100.0

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

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.817	15

Standar yang digunakan untuk reliabilitas adalah apabila koefisien reliabilitas  $> 0,80$  menyatakan tes tersebut *acceptable* (Santayasa, 2014).



**Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kreatif**

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	
16.	0.38	Rendah	0.87	Sangat Mudah	0.72	Konsisten	Digunakan
17.	0.12	Sangat Rendah	0.93	Sangat Mudah	0.34	Konsisten	Tidak Digunakan
18.	0.40	Rendah	0.82	Sangat Mudah	0.55	Konsisten	Digunakan
19.	0.21	Rendah	0.87	Sangat Mudah	0.33	Konsisten	Tidak Digunakan
20.	0.21	Rendah	0.09	Sangat Sukar	0.44	Konsisten	Tidak Digunakan
21.	0.41	Sedang	0.15	Sangat Sukar	0.42	Konsisten	Tidak Digunakan
22.	0.35	Rendah	0.91	Sangat Mudah	0.66	Konsisten	Digunakan
23.	0.82	Sangat Tinggi	0.45	Sedang	0.58	Konsisten	Digunakan
24.	0.76	Tinggi	0.55	Sedang	0.55	Konsisten	Digunakan
25.	0.60	Tinggi	0.74	Mudah	0.61	Konsisten	Digunakan
26.	0.12	Sangat Rendah	0.97	Sangat Mudah	0.37	Konsisten	Tidak Digunakan
27.	0.41	Sedang	0.78	Mudah	0.61	Konsisten	Digunakan
28.	0.41	Sedang	0.88	Sangat Mudah	0.80	Konsisten	Digunakan
29.	0.44	Sedang	0.87	Sangat Mudah	0.62	Konsisten	Digunakan
30.	0.40	Rendah	0.85	Sangat Mudah	0.58	Konsisten	Digunakan

**LAMPIRAN III**  
**PERANGKAT PEMBELAJARAN**



Lampiran 3.1 Contoh Modul Ajar dan LKPD Kelas Eksperimen (Model *Problem Based Learning*)

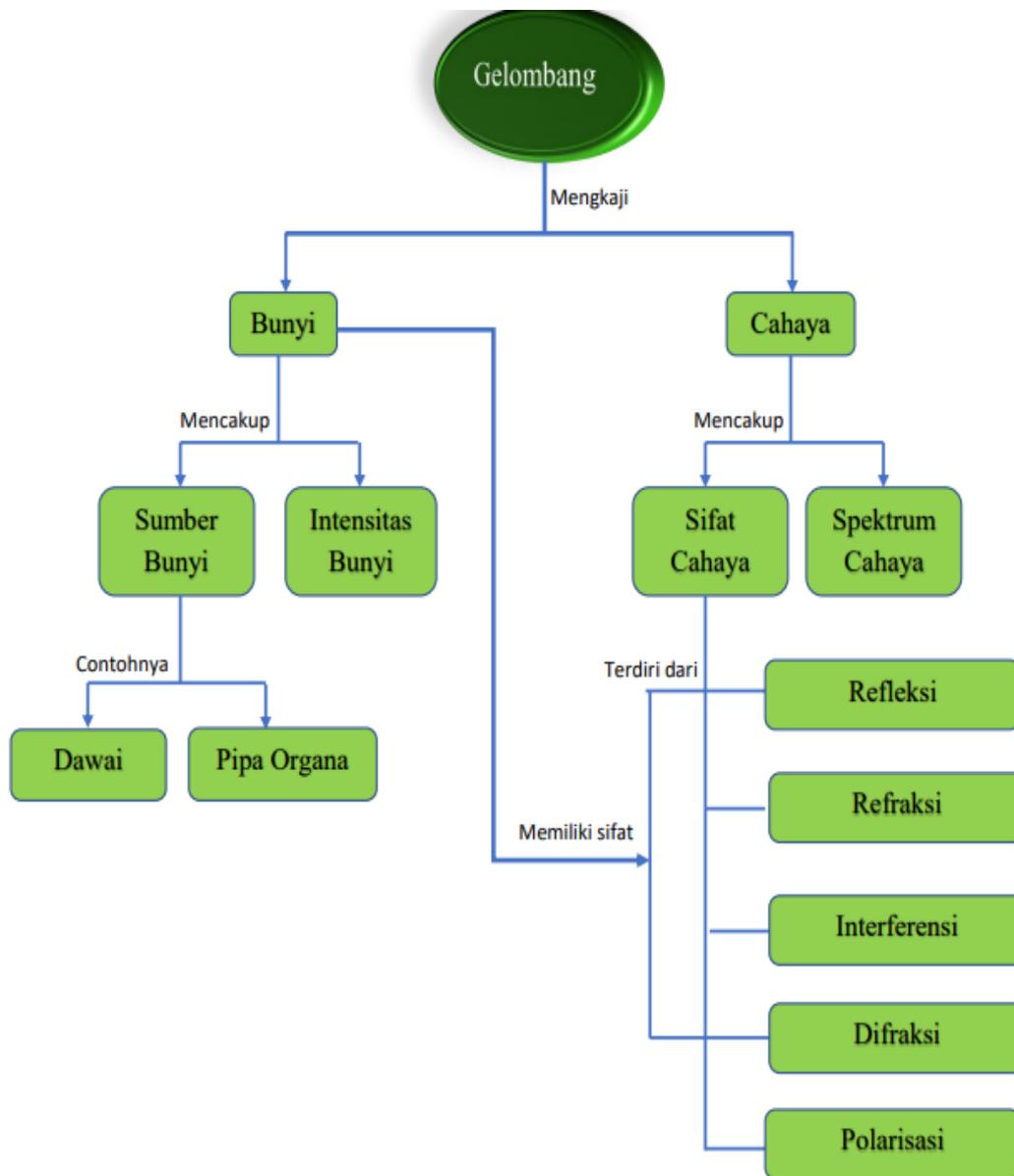
Lampiran 3.2 Contoh Modul Ajar dan LKPD Kelas Kontrol (Model *Direct Instruction*)



Lampiran 3. 1 Contoh Modul Ajar dan LKPD Kelas Eksperimen (Model *Problem Based Learning*)



## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI

Alokasi Waktu : 3 JP

Judul Modul : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

### B. Kompetensi Awal

- 3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.
- 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan gelombang cahaya, presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya.

### C. Profil Pelajar Pancasila

Profil pelajar pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi gelombang bunyi dan gelombang cahaya adalah sebagai berikut.

#### a. Bergotong –royong

- Siswa bersama kelompok secara sukarela melakukan kegiatan penyelesaian tugas dapat dikerjakan dan berjalan lancar, mudah dan ringan
- Masing-masing siswa dapat dengan mudah berkolaborasi, saling peduli dan berbagi

#### b. Bernalar Kritis

- Mencari informasi yang dapat diperoleh dari internet
- Dapat memilih referensi informasi yang dapat dipertanggung jawabkan dan dari sumber-sumber informasi yang terpercaya
- Dapat secara bersama kelompok menganalisa dan mengambil keputusan

#### c. Kreatif

- Membuat presentasi dari hasil diskusi yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak.

#### **D. Sarana dan Prasarana**

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Laptop/notebook/pc/handphone, dan alat sejenisnya
2. Kelas dan lingkungan belajar yang kondusif
3. LCD proyektor dan layar
4. Jaringan internet yang baik dan kuota internet yang cukup
5. LKPD
6. Sumber bahan ajar yang relevan

#### **E. Target Siswa**

Perangkat ajar ini dirancang untuk :

- Peserta didik regular/tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

#### **F. Model Pembelajaran**

- Model pembelajaran *problem based learning*

### **KOMPONEN INTI**

#### **A. Tujuan Pembelajaran**

1. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi meliputi cepat rambat bunyi, bunyi pada dawai dan pipa organa, intensitas dan efek doppler.
2. Siswa diharapkan mampu memiliki kemampuan untuk mempresentasikan penerapan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.
3. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang cahaya yang meliputi pemantulan, pembiasan, dan dispersi cahaya.
4. Siswa diharapkan mampu melakukan percobaan gelombang cahaya secara mandiri.

#### **B. Pemahaman Bermakna**

Melalui kegiatan pembelajaran ini siswa dapat menganalisis mengenai konsep gelombang bunyi dan gelombang cahaya.

#### **C. Pertanyaan Pemantik**

- Bagaimana kita bisa mendengar bunyi?

- Mengapa cahaya dapat mengalami pemantulan dan pembiasan?
- Bagaimana gelombang bunyi dan cahaya digunakan dalam teknologi modern dalam kehidupan sehari-hari?

#### D. Kegiatan Pembelajaran

##### ➤ Pertemuan ke-1

Waktu : 3 JP

Materi : konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai dan pipa organa.

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa</li> <li>2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “ <i>apa yang kalian ketahui mengenai gelombang bunyi?</i>”, “<i>Bagaimana kita bisa mendengar bunyi?</i>”</li> <li>3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	10 Menit
<b>Kegiatan Inti</b>		
Fase Orientasi Kepada Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mendampingi siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 orang</li> <li>2. Siswa diberikan stimulasi dengan memberikan materi mengenai konsep gelombang bunyi.</li> <li>3. Guru memberikan LKPD kepada masing-masing kelompok</li> <li>4. Mengarahkan siswa untuk mencermati permasalahan yang ada dalam LKPD</li> </ol>	120 Menit
Fase Perumusan Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing siswa dalam merumuskan rumusan masalah yang terdapat dalam LKPD</li> <li>2. Siswa menggunakan pengetahuan awal untuk mengidentifikasi masalah</li> </ol>	

Fase Membimbing Penyelidikan Individu atau Kelompok	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi – informasi yang sesuai dengan masalah yang dikaji</li> <li>2. Mengarahkan siswa agar membahas permasalahan dan berdiskusi dengan kelompok sesuai dengan LKPD 1</li> <li>3. Guru menjelaskan bahwa mencari informasi dilaksanakan secara berkelompok namun semua siswa bertanggung jawab menyusun laporan secara individu</li> </ol>	
Fase Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya Siswa dalam bentuk laporan kegiatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi pada LKPD 1</li> <li>2. Guru meminta siswa lain untuk mencermati penjelasan dari kelompok yang tampil</li> <li>3. Memberikan apresiasi kepada kelompok yang tampil dan siswa yang memberikan pertanyaan atau menanggapi kelompok tersebut</li> </ol>	
Fase Menganalisis dan Mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membimbing siswa untuk memberikan pertanyaan mengenai materi yang kurang dipahami</li> <li>2. Guru dan siswa menyimpulkan materi gelombang bunyi</li> <li>3. Menuntun siswa untuk membuat resume atau ringkasan sesuai dengan materi yang sudah dipelajari.</li> </ol>	
<b>Penutup</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran</li> <li>2. Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>3. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

➤ **Pertemuan ke-2**

**Waktu : 2 JP**

**Materi : Efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi**

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa</li> <li>2. Guru mereview pelajaran sebelumnya dengan menanyakan tentang materi konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, pipa organa dan dawai.</li> <li>3. Guru memberikan apersepsi kepada siswa mengenai materi yang akan diajarkan. Misalnya “ <i>ketika sebuah ambulance mendekati kita, bunyi sirine ambulan tersebut makin lama makin kuat dan ketika ambulance menjauhi kita maka bunyi sirinnya makin lama makin kecil, mengapa hal tersebut bisa terjadi?</i>”</li> <li>4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	10 Menit
<b>Kegiatan Inti</b>		
Fase Orientasi Kepada Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mendampingi siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 orang</li> <li>2. Siswa diberikan stimulasi dengan memberikan materi mengenai efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi</li> <li>3. Guru memberikan LKPD kepada masing-masing kelompok</li> <li>4. Mengarahkan siswa untuk mencermati permasalahan yang ada dalam LKPD</li> </ol>	75 Menit
Fase Perumusan Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing siswa dalam merumuskan rumusan masalah yang terdapat dalam LKPD</li> <li>2. Siswa menggunakan pengetahuan awal untuk mengidentifikasi masalah</li> </ol>	
Fase Membimbing Penyelidikan Individu atau Kelompok	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi – informasi yang sesuai dengan masalah yang dikaji</li> <li>2. Mengarahkan siswa agar membahas permasalahan dan berdiskusi dengan kelompok sesuai dengan LKPD 2</li> </ol>	

	3. Guru menjelaskan bahwa mencari informasi dilaksanakan secara berkelompok namun semua siswa bertanggung jawab menyusun laporan secara individu	
Fase Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya Siswa dalam bentuk laporan kegiatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi pada LKPD 2</li> <li>2. Guru meminta siswa lain untuk mencermati penjelasan dari kelompok yang tampil</li> <li>3. Memberikan apresiasi kepada kelompok yang tampil dan siswa yang memberikan pertanyaan atau menanggapi kelompok tersebut</li> </ol>	
Fase Menganalisis dan Mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membimbing siswa untuk memberikan pertanyaan mengenai materi yang kurang dipahami</li> <li>2. Guru dan siswa menyimpulkan materi efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>3. Menuntun siswa untuk membuat resume atau ringkasan sesuai dengan materi yang sudah dipelajari.</li> </ol>	
<b>Penutup</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran</li> <li>2. Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu Interferensi cahaya, difraksi cahaya dan polarisasi cahaya.</li> <li>3. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

➤ **Pertemuan ke-3**

**Waktu : 3 JP**

**Materi : Interferensi Cahaya, Difraksi Cahaya, dan Polarisasi**

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa</li> <li>2. Guru mereview pelajaran sebelumnya dengan menanyakan tentang materi gelombang bunyi secara umum</li> </ol>	10 Menit

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Guru memberikan apersepsi kepada siswa mengenai materi yang akan diajarkan. Misalnya “ <i>pernahkan kalian menonton film dengan menggunakan kacamata 3D atau kalian pernah melihat langit dengan menggunakan kacamata hitam tertentu kemudian langit terlihat lebih gelap dan lebih jelas?</i>”</li> <li>4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	
<b>Kegiatan Inti</b>		
Fase Orientasi Kepada Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mendampingi siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 orang</li> <li>2. Siswa diberikan stimulasi dengan memberikan materi mengenai interferensi cahaya, difraksi dan polarisasi cahaya</li> <li>3. Guru memberikan LKPD 3 kepada masing-masing kelompok</li> <li>4. Mengarahkan siswa untuk mencermati permasalahan yang ada dalam LKPD 3</li> </ol>	120 Menit
Fase Perumusan Masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing siswa dalam merumuskan rumusan masalah yang terdapat dalam LKPD 3</li> <li>2. Siswa menggunakan pengetahuan awal untuk mengidentifikasi masalah</li> </ol>	
Fase Membimbing Penyelidikan Individu atau Kelompok	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi – informasi yang sesuai dengan masalah yang dikaji</li> <li>2. Mengarahkan siswa agar membahas permasalahan dan berdiskusi dengan kelompok sesuai dengan LKPD 3</li> <li>3. Guru menjelaskan bahwa mencari informasi dilaksanakan secara berkelompok namun semua siswa bertanggung jawab menyusun laporan secara individu</li> </ol>	
Fase Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya Siswa dalam bentuk laporan kegiatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi pada LKPD 3</li> <li>2. Guru meminta siswa lain untuk mencermati penjelasan dari kelompok yang tampil</li> <li>3. Memberikan apresiasi kepada kelompok yang tampil dan siswa yang memberikan</li> </ol>	

	pertanyaan atau menanggapi kelompok tersebut	
Fase Menganalisis dan Mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membimbing siswa untuk memberikan pertanyaan mengenai materi yang kurang dipahami</li> <li>2. Guru dan siswa menyimpulkan materi interferensi cahaya, difraksi cahaya dan polarisasi cahaya</li> <li>3. Menuntun siswa untuk membuat resume atau ringkasan sesuai dengan materi yang sudah dipelajari.</li> </ol>	
<b>Penutup</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran</li> <li>2. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

#### E. Asesmen

Penilaian pemahaman sains dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan, kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi, penilaian kelompok dan penilaian produk.

#### F. Refleksi Guru

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah seluruh siswa mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah seluruh siswa memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah terdapat siswa yang mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat siswa lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		
5	Langkah apa yang perlu dilakukan agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik dan siswa tidak ada yang mengalami kesulitan belajar?		

#### G. Refleksi Siswa

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian sudah mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah kalian sudah memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat kalian lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		

5	Jika kalian mengalami kesulitan, pada bagian mana kalian mengalami kesulitan saat proses pembelajaran?
---	--

### LAMPIRAN

- A. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
- B. Bahan Ajar
- C. Kisi-Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
- D. Daftar Pustaka

#### Lampiran 1 : Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD dapat diakses pada tautan berikut ini :

<https://flipbookpdf.net/web/site/63d6faa3becfbc4ca8364d687508ccc68b7f7705202502.pdf.html>

#### Lampiran 2: Bahan Ajar

➤ **Pertemuan ke-1**

**Waktu : 3 JP**

**Materi : konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai dan pipa organa.**

Pernahkan kalian melihat riakan air atau ombak di permukaan air, baik itu di pantai, sungai ataupun kolam? Atau kalian pernah merasa bingung kenapa saat kalian berbicara di ruang atau gedung yang kosong suara kalian terdengar berulang? Fenomena yang kalian amati adalah fenomena gelombang. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya karakteristik dari gelombang bunyi.



**Gambar 1.**

Riakan air atau ombak kecil di *air*.

Sumber. Kompas.com

Fenomena gelombang sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. salah satu teknologi yang sering digunakan dan memanfaatkan sifat-sifat dari gelombang adalah internet. Internet menggunakan gelombang radio untuk menghantarkan informasi dalam bentuk digital.

Gelombang bunyi merupakan getaran yang memerlukan medium untuk merambat. Seperti melalui medium udara, air, dan benda padat dan dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang bunyi termasuk kedalam gelombang mekanik yang tergolong gelombang longitudinal. Bunyi dapat didengar oleh manusia karena adanya sumber bunyi, adanya medium rambat bunyi dan frekuensinya yang berada antara 20 Hz-20.000 Hz (Audiosonik). Lalu bagaimana cara astronot untuk berkomunikasi dengan satu sama lain di luar angkasa? Karena luar angkasa tidak ada medium yang dapat merambatkan gelombang bunyi maka mereka memerlukan alat komunikasi berupa radio.

### 1. Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi bergantung pada sifat-sifat medium rambat. Terdapat dua faktor yang memengaruhi cepat rambat bunyi yaitu :

- a. Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel pada medium maka akan semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat.
- b. Semakin panas suhu medium yang dilalui oleh bunyi maka bunyi akan semakin cepat merambat.

Untuk menghitung cepat rambat bunyi dapat menggunakan persamaan berikut.

$$v = \lambda \cdot f$$

Keterangan :

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

$\lambda$  : panjang gelombang bunyi (m)

$f$  : frekuensi bunyi (Hz)

persamaan cepat rambat bunyi tergantung pada mediumnya:

- a. Medium gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{Mr}}$$

Keterangan :

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

$\gamma$  = konstanta laplace (pada gas monoatomik 1,67)

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

$T$  = Suhu mutlak (K)

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

b. Medium zat cair

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

Keterangan :

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

$B$  = Modulus Bulk ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

c. Medium zat padat

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

Keterangan :

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

$E$  = Modulus Young ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  = massa jenis zat padat ( $\text{kg/m}^3$ )

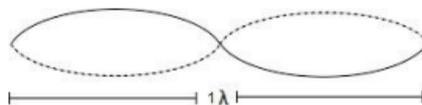
## 2. Dawai

Pada saat kalian memetik dawai atau gitar maka akan terjadi gelombang pada senar gitar. Gelombang yang dihasilkan pada gitar tersebut adalah gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil dari superposisi gelombang. Semakin pendek jaraknya maka frekuensi akan semakin besar begitupun sebaliknya dan semakin kecil luas permukaan maka frekuensinya akan semakin besar dan sebaliknya. Gitar, biola dan ukulele merupakan alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar, kemudian akan berturut-turut membentuk pola gelombang dengan nada atas ke 1, nada atas ke 2 dan seterusnya.

Pada nada dasar, terbentuk setengah panjang gelombang ( $\lambda$ ) pada panjang dawai ( $L$ ) yaitu  $L = \frac{1}{2}\lambda_0$  atau  $\lambda_0 = 2L$ . Sehingga persamaan frekuensi nada dasar yaitu :

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2L}$$

Nada atas ke 1



**Gambar 2.**

nada atas ke 1 pada dawai

Nada atas ke 1 ini terjadi pada dawai apabila terbentuk 1 gelombang tali dengan panjang  $L$  sebesar  $1\lambda$ . Sehingga frekuensi nada atas ke 1 yaitu :  $L = 1\lambda$  maka  $\lambda = L$

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}$$

Nada atas ke-2 terbentuk satu setengah gelombang pada panjang dawai. Sehingga frekuensi nada atas ke-n yaitu

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

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi nada atas ke  $-n$  (Hz) ( $n = 0,1,2,3,4,\dots$ )

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

$L$  = panjang dawai (m)

### 3. Pipa Organa

Pipa organa merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang dapat menghasilkan gelombang stasioner atau gelombang berdiri yang dapat mengeluarkan bunyi atau resonansi. Pipa organa terdiri dari dua jenis yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup. Pipa organa terbuka adalah pipa organa yang memiliki bagian kanan dan kiri sama-sama terbuka contohnya seperti seruling, terompet dan angklung. Sama seperti pada dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang  $1/2\lambda$  dan terus naik dengan beda  $1/2 \lambda$  sehingga untuk penentuan frekuensi nada ke-n dapat ditentukan dengan persamaan yang sama seperti pada penentuan frekuensi ke-n pada dawai yaitu:

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

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi nada atas ke  $-n$  (Hz)

$n = 0,1,2,3,4,\dots$

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

$L$  = panjang dawai (m)

Pipa organa tertutup berbeda dengan pipa organa terbuka, pipa organa tertutup salah satu bagian ujungnya tertutup dan satu bagian terbuka. Untuk menentukan frekuensi pada pipa organa tertutup dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan :

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

$f_n$  = frekuensi nada ke-n (Hz)

$n = 1,2,3,\dots$

➤ **Pertemuan ke-2**

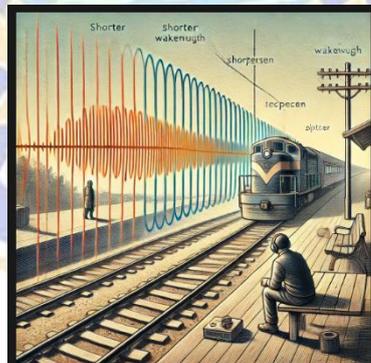
**Waktu : 2 JP**

**Materi : Efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi intensitas dan taraf intensitas bunyi**

**1. Efek Doppler**

Kalian pasti pernah melihat ambulans yang datang dari kejauhan akan tetapi suara sirineta sudah terdengar oleh kita. Hal ini disebabkan karena perbedaan frekuensi yang didengar dan yang dihasilkan sehingga suara yang didengar berbedan dengan bunyi sirineta. Keadaan inilah yang disebut dengan efek Doppler. Jadi apakah itu efek Doppler?

Efek Doppler merupakan fenomena yang berkaitan dengan pergerakan sumber bunyi relatif terhadap pendengar sehingga frekuensi yang didengar berbeda dengan frekuensi yang dihasilkan oleh sumber bunyi tersebut. Efek Doppler ini ditemukan oleh ilmuwan fisika yang bernama Christian Johann Doppler. Contohnya adalah ketika sebuah kereta api yang membunyikan peluitnya dan bergerak mendekati orang yang berada distasiun maka bunyi8 peluit yang didengar akan semakin tinggi sedangkan ketika kereta api menjauhi stasiun bunyi peluit akan terdengar semakin mengecil.



**Gambar 3.**

kereta api mendekati pendengar

Secara umum persamaan efek Doppler dapat dituliskan sebagai berikut.

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

Keterangan :

$v$  = cepat rambat bunyi diudara (340 m/s)

$v_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

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

$f_p$  = frekuensi pendengar (Hz)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

Perjanjian tanda pada persamaan efek Doppler

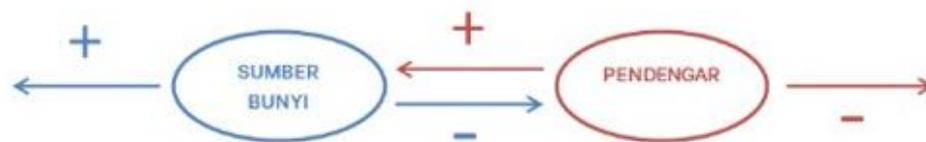
$v_s$  bernilai (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar

$v_s$  bernilai (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

$v_p$  bernilai (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi

$v_p$  bernilai (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

Untuk memudahkan mengingat tanda perhatikan ilustrasi berikut.



**Gambar 4.**

Pengingat perjanjian tanda efek Doppler

## 2. Resonansi

Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya benda akibat dari getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Hal ini dapat terjadi apabila suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami dari sumber bunyi yang bergetar. Contohnya adalah ketika kita bernyanyi atau berteriak maka akan dapat memecahkan gelas. Hal ini terjadi karena saat material gelas bergetar, susunan bahannya menjadi tidak stabil dan akhirnya akan pecah. Selain itu dalam kehidupan sehari-hari kita dapat melihat jendela yang ikut bergetar ketika ada petir halilintar.

## 3. Pelayangan Bunyi

Pelayangan bunyi merupakan bunyi keras dari dua sumber bunyi atau bunyi lemah yang terjadi secara berurutan. Pelayangan bunyi ini dapat dijelaskan dengan prinsip superposisi gelombang. Salah satu fenomena dari pelayangan bunyi adalah bunyi yang melengking. Contohnya juga seperti dua buah akat musik yang dibunyikan bersamaan. Kombinasi dari dua buah gelombang tersebut disebut dengan interferensi. Ketika kita mendengarkan suara yang keras, maka kedua gelombang tersebut akan memiliki beda fase  $n\lambda$  yang disebut juga dengan

interferensi konstruktif dan memiliki beda fase  $n\lambda/2$  disebut interferensi destruktif. Untuk menentukan frekuensi layangan bunyi dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$f_n = |f_2 - f_1|$$

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi layangan bunyi (Hz)

$f_1/f_2$  = frekuensi benda yang berinterferensi (Hz)

#### 4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Pernahkan kalian menonton konser musik DJ atau musik rock? Saat kalian mendengar suara musik tersebut terdengar sangat keras hingga terasa bergetar di dada. Hal ini menunjukkan intensitas bunyi yang tinggi sehingga dapat memengaruhi tubuh manusia. Selain itu, suara pesawat jet saat lepas landas yang mencapai 120 dB yang dapat menyebabkan kerusakan pada pendengaran jika terpapar dalam waktu yang lama sehingga penggunaan pelindung telinga sangat disarankan untuk pekerja yang bekerja di lingkungan yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Hal inilah disebut dengan taraf intensitas bunyi, percakapan biasa manusia memiliki taraf intensitas sekitar 60 dB.

Intensitas bunyi merupakan suatu daya yang dibawa oleh gelombang suara per satuan luas yang arahnya tegak lurus dari arah cepat rambat gelombang. Sedangkan taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan antara intensitas yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran. Untuk mengukur intensitas bunyi dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan :

I = Intensitas bunyi ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

P = Daya (W)

A = Luas ( $\text{m}^2$ )

Dari persamaan diatas, kita dapat mengetahui bahwa intensitas bunyi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, jika kita ingin membuat perbandingan antara intensitas bunyi dari sumber yang sama namun didengar dari jarak yang berbeda dapat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

Intensitas bunyi yang didengar dengan satuan desibel (dB) disebut dengan taraf intensitas bunyi. Persamaan untuk taraf intensitas bunyi adalah sebagai berikut.

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

Keterangan :

TI = Taraf intensitas bunyi (db)

I = intensitas bunyi (W/m<sup>2</sup>)

I<sub>0</sub> = Intensitas ambang pendengaran (10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup>)

Apabila sumber bunyi yang didengar bertambah maka menggunakan persamaan berikut.

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n$$

Jika jarak kita dengan sumber bunyi berubah, baik mendekat atau menjauh maka menggunakan persamaan berikut.

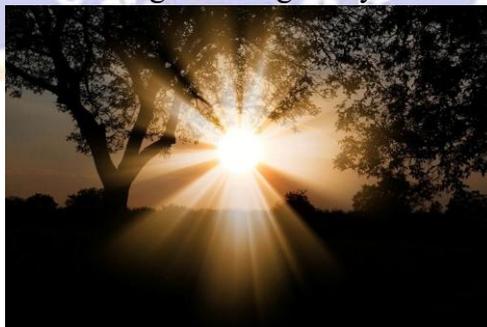
$$TI_n = TI_1 + 20 \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right)$$

➤ **Pertemuan ke-3**

**Waktu : 3 JP**

**Materi : Interferensi Cahaya, Difraksi Cahaya, dan Polarisasi**

Pada subbab pertemuan sebelumnya, kita sudah membahas mengenai gelombang bunyi masih ingatkah kalian bagaimana cara astronot untuk berkomunikasi dengan satu sama lain di luar angkasa? Karena luar angkasa tidak ada medium yang dapat merambatkan gelombang bunyi maka mereka memerlukan alat komunikasi berupa radio yang mengeluarkan gelombang elektromagnetik. Jadi apakah itu gelombang elektromagnetik? Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium dalam perambatannya. Contoh dari gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya.



**Gambar 5.**

Cahaya matahari

Sumber : Kompas.com

Setiap hari kita merasakan pengaruh dari sinar matahari untuk kehidupan makhluk hidup seperti pakaian basah menjadi kering, siang hari tampak terang, terasa panas ketika berjalan disiang hari. Cahaya memiliki arah rambatan yang

tegak lurus dengan arah getarnya sehingga cahaya juga merupakan gelombang transversal. Sebagai gelombang, cahaya dapat mengalami pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), perpaduan (interferensi), pelenturan (difraksi), penguraian (dispersi) dan polarisasi.

### 1. Interferensi Cahaya

Interferensi cahaya merupakan perpaduan antara dua gelombang cahaya atau lebih. Interferensi cahaya ini terjadi apabila sumber cahayanya adalah cahaya yang koheren. Sumber cahaya koheren apabila frekuensi, amplitudo, dan beda fase dari suatu gelombang cahaya harus tetap. Pernahkah kalian mengamati gelembung sabun dan minyak yang tumpah dipermukaan jalan raya yang terkena air? Ketika cahaya matahari sangat terang gelembung sabun dan minyak tersebut akan terlihat warna warni, peristiwa inilah yang disebut dengan fenomena interferensi cahaya. Interferensi cahaya dapat bersifat konstruktif (menguatkan) dan destruktif (melemahkan).

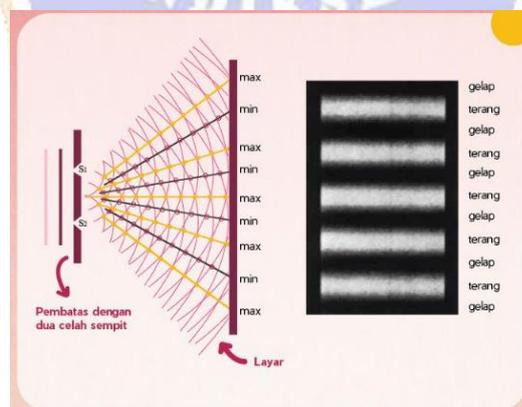


**Gambar 6.**

Gelembung sabun

Sumber: rawpixel.com

Percobaan interferensi cahaya pertama kali dilakukan oleh ilmuwan bernama Thomas Young pada tahun 1773-1829. Berikut merupakan gambar interferensi yang dilakukan oleh Thomas Young.



**Gambar 7.**

Interferensi young

Sumber: Ruangguru.com

Untuk mendapatkan sumber cahaya yang koheren Thomas Young menggunakan sebuah sumber cahaya yang dilewatkan pada dua celah sempit yaitu S1 dan S2 seperti pada Gambar 9. Jarak antara kedua celah tersebut adalah ( $d$ ), dibelakang celah sejauh ( $L$ ) diletakkan sebuah layar yang memiliki fungsi untuk menangkap pola hasil dari interferensi. Hasil yang didapatkan pada layar muncul pita terang gelap secara berselang seling. Cahaya yang memasuki kedua celah S1 dan S2 akan menyebar ke segala arah sehingga dua celah tersebut akan bertindak sebagai sumber cahaya baru. Hasil yang didapatkan dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Interferensi konstruktif

Interferensi konstruktif adalah interferensi yang saling menguatkan atau membuat terang apabila dua gelombang bertemu dan memiliki fase yang sama atau sefase. Jarak garis terang ke- $n$  dari pusat terang dinyatakan dengan persamaan:

$$d \sin \theta = n\lambda$$

2. Interferensi destruktif

Interferensi destruktif adalah interferensi yang saling melemahkan atau membuat gelap, apabila dua gelombang tidak bertemu dan saling meniadakan serta memiliki fase yang tidak sama dengan persamaannya yaitu.

$$d \sin \theta = \frac{(2n + 1)\lambda}{2}$$

Keterangan :

$\theta$  = sudut simpangan antara sinar dan layar ( $^{\circ}$ )

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$d$  = jarak antar celah (m)

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$  ( $n$  adalah orde terang/gelap ke- $n$ ).

3. Persamaan untuk jarak terang ke- $n$  dari terang pusat:

$$d \frac{y_n}{L} = n\lambda$$

Keterangan :

$d$  = jarak antar celah (m)

$L$  = Jarak layang dari celah (m)

$y_n$  = jarak terang/gelap ke- $n$  (m)

$n = 0$  menyatakan terang pusat

$n = 1 \rightarrow$  terang ke 1

$n = 2 \rightarrow$  terang ke 2

4. Persamaan jarak gelap ke- $n$  dari terang pusat:

$$d \frac{y_n}{L} = \frac{(2n + 1)\lambda}{2}$$

Keterangan:

$n = 0$  menyatakan gelap ke-1

$n = 1 \rightarrow$  gelap ke 2

$n = 2 \rightarrow$  gelap ke 3

## 2. Difraksi Cahaya

Seperti pada gelombang bunyi, gelombang cahaya juga memiliki sifat difraksi atau pelenturan. Difraksi cahaya adalah peristiwa pelenturan cahaya yang terjadi apabila cahaya melalui celah yang sangat sempit. Contohnya cahaya yang masuk melalui celah pintu atau jendela. Kisi difraksi biasanya digunakan untuk menentukan panjang dari suatu gelombang cahaya dengan persamaan sebagai berikut.

$$d \sin \theta = n \lambda$$

Keterangan :

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$d$  = ukuran celah (m)

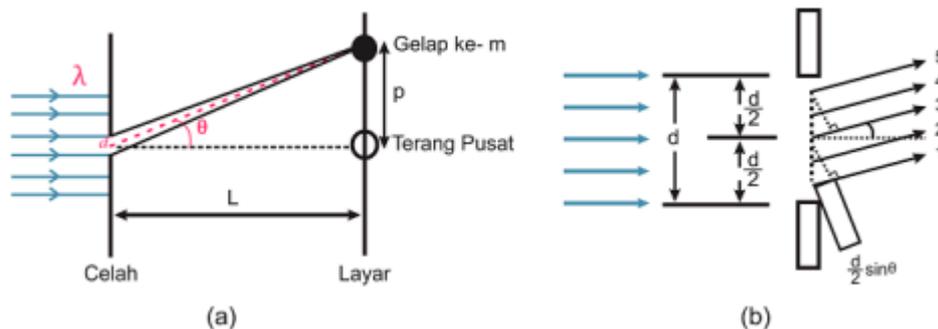
$\theta$  = sudut simpang atau sudut deviasi

$n$  = orde difraksi (1,2,3..)

Fenomena difraksi secara umum dibagi menjadi dua yaitu difraksi celah tunggal dan difraksi pada kisi.

### a. Difraksi Celah Tunggal

Difraksi ini dapat dijelaskan oleh prinsip Huygens yang menyatakan bahwa setiap bagian dari celah dapat dianggap sebagai sumber cahaya yang dapat berinterferensi dengan cahaya dari bagian celah yang lain.



**Gambar 8.**

Difraksi pada celah tunggal

Ketika sebuah sumber gelombang melewati celah sempit seperti pada Gambar 10. maka gelombang akan menyebar dan membentuk pola gelap terang apabila tertangkap oleh layar. penentuan intensitas minimum pada difraksi celah tunggal akan mengikuti persamaan interferensi konstruktif yaitu.

$$d \sin \theta = n \lambda$$

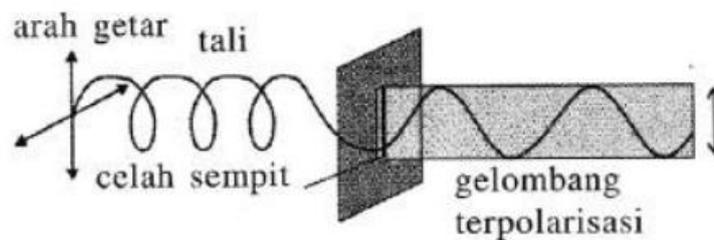
### b. Difraksi Pada Kisi

Kisi merupakan banyaknya celah sempit yang dibuat sama dengan jarak antar celahnya. Jumlah kisi persatuan panjang disebut dengan konstanta kisi. Hubungan antara konstanta kisi dan lebar kisi dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$d = \frac{1}{N}$$

### 3. Polarisasi

Pernahkan kalian menggunakan kacamata 3D? Biasanya kacamata 3D ini digunakan untuk menonton agar terlihat lebih nyata. Salah satu sifat gelombang yang digunakan oleh kacamata ini adalah polarisasi. Polarisasi merupakan peristiwa terserapnya sebagian arah getar gelombang yang mengakibatkan tersisa hanya satu arah getar saja. Polarisasi ini hanya dapat terjadi pada gelombang transversal saja. Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik memiliki dua arah getar yaitu medan magnet dan medan listrik yang saling tegak lurus terhadap arah rambatannya.



**Gambar 9.**

Gelombang tali yang terpolarisasi

Sumber: Maglearning.id

Sebelum dilewatkan pada celah sempit yang vertikal, tali akan bergetar dengan simpangan yang berbentuk spiral, ketika gelombang tali memiliki celah maka hanya arah getar yang vertikal yang masih tersisa. Sedangkan arah getar horizontal diserap oleh celah sempit tersebut. gelombang yang keluar dari celah sempit tersebut disebut dengan gelombang yang terpolarisasi. Alat yang digunakan untuk menyerap arah getar gelombang cahaya disebut dengan polarisator. Intensitas cahaya yang diamati pengamat akan tereduksi yang besarnya dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

Keterangan :

$I_0$  = intensitas mula-mula (Watt/m<sup>2</sup>)

$I$  = intensitas setelah melewati polarisator (Watt/m<sup>2</sup>)

$\theta$  = sudut antara sumbu polarisator dan sumbu analisator (derajat)

### 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	
1						
2						
3						
4						
5						
Dst.						

#### Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

o. Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Rasa Ingin Tahu	Selalu memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	4
	Sering memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	3
	Jarang memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	2
	Tidak Pernah memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	1
Kerja Sama	Selalu ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	4
	Sering ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	3
	Jarang ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	2
	Tidak Pernah ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	1
Tanggung Jawab	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	4
	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	3
	Jarang bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	2
	Tidak Pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	1
Jujur	Selalu menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	4
	Sering menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	3

	Jarang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	2
	Kadang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	1

Keterangan :

Skor Maksimum  $4 \times 4 = 16$

Skor Minimum  $4 \times 1 = 4$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

### Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No.	Nama	Penilaian Keterampilan		Jumlah Skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

### Rubrik Penilaian Keterampilan

o. Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Visualisasi	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta dengan gestur yang baik	4
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur yang baik	3
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar tapi dengan gestur yang baik	2
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tidak dengan gestur yang baik	1
Konten	Tepat, jelas dan lengkap	4
	Tepat, jelas, akan tetapi tidak lengkap	3
	Tepat, tetapi tidak jelas dan tidak lengkap	2
	Salah, tidak jelas dan tidak lengkap	1

Keterangan :

Skor maksimal  $2 \times 4 = 8$

$$\text{Total Skor} = \frac{\text{Jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

**DAFTAR PUSTAKA**

Anissa, I. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal Paud, DIKNAS dan DIKMEN

Kemdikbud. 2020. *Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kemdikbud

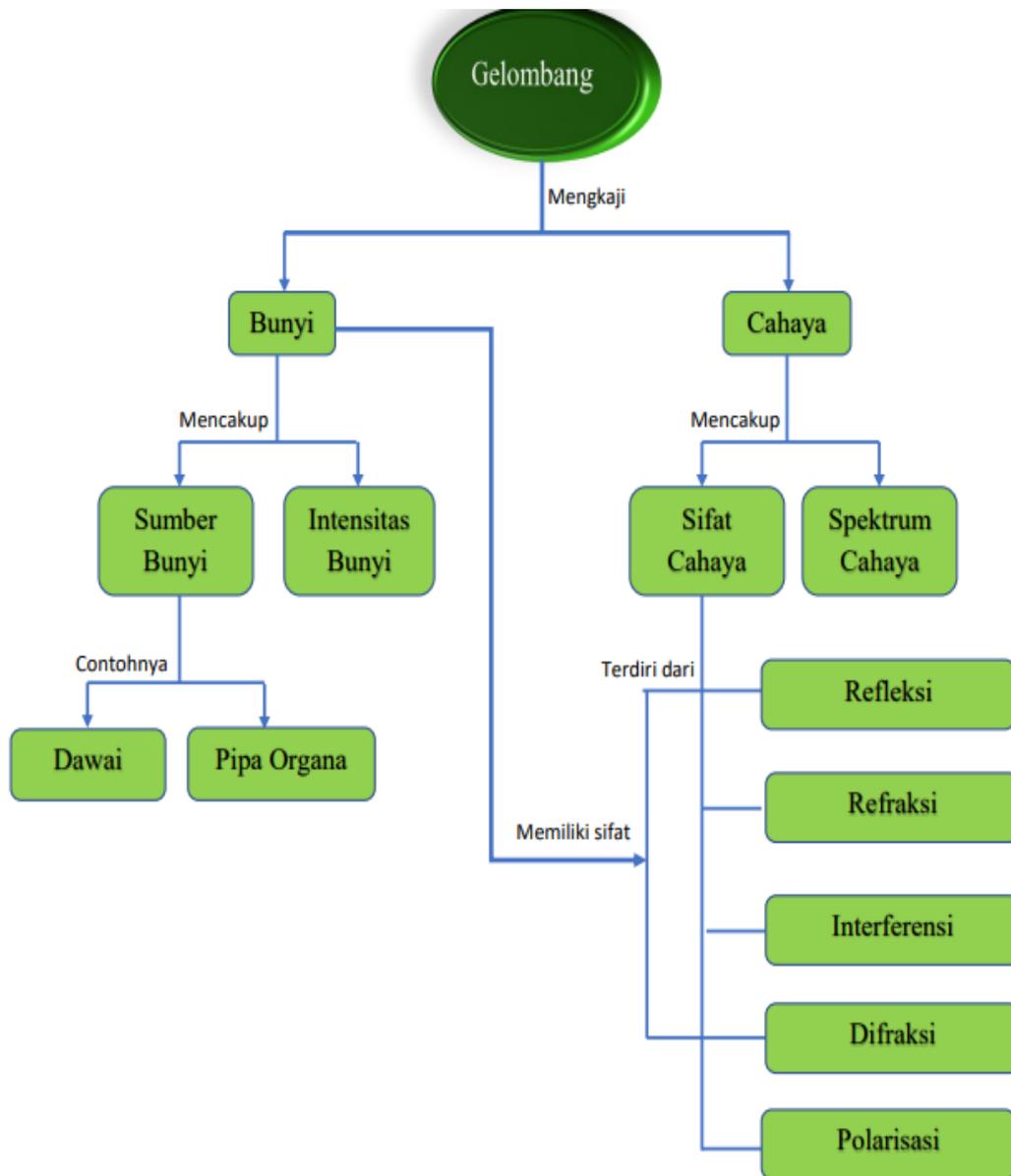
Radjawane, M.M., Alvius, T., & Suntar, J. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.



Lampiran 3. 2 Contoh Modul Ajar dan LKPD Kelas Kontrol (Model *Direct Instruction*)



## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : XI

Alokasi Waktu : 3 JP

Judul Modul : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

### B. Kompetensi Awal

- 3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.
- 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan gelombang cahaya, presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya.

### C. Profil Pelajar Pancasila

Profil pelajar pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi gelombang bunyi dan gelombang cahaya adalah sebagai berikut.

- a. Bergotong –royong
  - Siswa bersama kelompok secara sukarela melakukan kegiatan penyelesaian tugas dapat dikerjakan dan berjalan lancar, mudah dan ringan
  - Masing-masing siswa dapat dengan mudah berkolaborasi, saling peduli dan berbagi
- b. Bernalar Kritis
  - Mencari informasi yang dapat diperoleh dari internet
  - Dapat memilih referensi informasi yang dapat dipertanggung jawabkan dan dari sumber-sumber informasi yang terpercaya
  - Dapat secara bersama kelompok menganalisa dan mengambil keputusan
- c. Kreatif

- Membuat presentasi dari hasil diskusi yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak.

#### **D. Sarana dan Prasarana**

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Laptop/notebook/pc/handphone, dan alat sejenisnya
2. Kelas dan lingkungan belajar yang kondusif
3. LCD proyektor dan layar
4. Jaringan internet yang baik dan kuota internet yang cukup
5. LKPD
6. Sumber bahan ajar yang relevan

#### **E. Target Siswa**

Perangkat ajar ini dirancang untuk :

- Peserta didik regular/tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

#### **F. Model Pembelajaran**

- Model pembelajaran *problem based learning*

### **KOMPONEN INTI**

#### **H. Tujuan Pembelajaran**

1. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi meliputi cepat rambat bunyi, bunyi pada dawai dan pipa organa, intensitas dan efek doppler.
2. Siswa diharapkan mampu memiliki kemampuan untuk mempresentasikan penerapan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.
3. Siswa diharapkan mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang cahaya yang meliputi pemantulan, pembiasan, dan dispersi cahaya.
4. Siswa diharapkan mampu melakukan percobaan gelombang cahaya secara mandiri.

#### **I. Pemahaman Bermakna**

Melalui kegiatan pembelajaran ini siswa dapat menganalisis mengenai konsep gelombang bunyi dan gelombang cahaya.

#### **J. Pertanyaan Pemantik**

- Bagaimana kita bisa mendengar bunyi?

- Mengapa cahaya dapat mengalami pemantulan dan pembiasan?
- Bagaimana gelombang bunyi dan cahaya digunakan dalam teknologi modern dalam kehidupan sehari-hari?

### K. Kegiatan Pembelajaran

#### ➤ Pertemuan ke-1

Waktu : 3 JP

Materi : konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai dan pipa organa.

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		
Fase Orientasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa</li> <li>2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “<i>apa yang kalian ketahui mengenai gelombang bunyi?</i>”, “<i>Bagaimana kita bisa mendengar bunyi?</i>”</li> <li>3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>4. Menjelaskan manfaat mempelajari gelombang bunyi</li> </ol>	10 Menit
<b>Kegiatan Inti</b>		
Fase Presentasi/Demonstrasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai dan pipa organa.</li> <li>2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik</li> <li>3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab</li> </ol>	120 Menit

	4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran	
Fase Latihan Terstruktur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas</li> <li>2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD</li> <li>3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan</li> </ol>	
Fase Latihan di Bawah Bimbingan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa</li> <li>2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat</li> <li>3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa</li> </ol>	
Fase Latihan Mandiri	1. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari	
<b>Penutup</b>		
Simpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru dan siswa menyimpulkan materi pembelajaran yang dibahas</li> <li>2. Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>3. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

➤ **Pertemuan ke-2**

**Waktu : 2 JP**

**Materi : Efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi**

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		
Fase Orientasi	1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa	10 Menit

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: <i>“ketika sebuah ambulance mendekati kita, bunyi sirine ambulan tersebut makin lama makin kuat dan ketika ambulance menjauhi kita maka bunyi sirinanya makin lama makin kecil, mengapa hal tersebut bisa terjadi?”</i></li> <li>3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	
<b>Kegiatan Inti</b>		
Fase Presentasi/Demonstrasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi, intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik</li> <li>3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab</li> <li>4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran</li> </ol>	
Fase Latihan Terstruktur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas</li> <li>2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD</li> <li>3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan</li> </ol>	120 Menit
Fase Latihan di Bawah Bimbingan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa</li> <li>2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat</li> </ol>	

	3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa	
Fase Latihan Mandiri	1. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari	
<b>Penutup</b>		
Simpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru dan siswa menyimpulkan materi pembelajaran yang dibahas</li> <li>2. Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu interferensi cahaya, difraksi cahaya, dan polarisasi.</li> <li>3. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

➤ **Pertemuan ke-3**

**Waktu : 3 JP**

**Materi : Interferensi Cahaya, Difraksi Cahaya, dan Polarisasi**

Sintaks PBL	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		
Fase Orientasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa</li> <li>2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: <i>“pernahkan kalian menonton film dengan menggunakan kacamata 3D atau kalian pernah melihat langit dengan menggunakan kacamata hitam tertentu kemudian langit terlihat lebih gelap dan lebih jelas?”</i></li> <li>3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	10 Menit
<b>Kegiatan Inti</b>		

Fase Presentasi/Demonstrasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi</li> <li>2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik</li> <li>3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab</li> <li>4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran</li> </ol>	120 Menit
Fase Latihan Terstruktur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas</li> <li>2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD</li> <li>3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan</li> </ol>	
Fase Latihan di Bawah Bimbingan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa</li> <li>2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat</li> <li>3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa</li> </ol>	
Fase Latihan Mandiri	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari</li> </ol>	
<b>Penutup</b>		
Simpulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru dan siswa menyimpulkan materi pembelajaran yang dibahas</li> <li>2. Guru dan siswa berdoa dan mengucapkan salam penutup</li> </ol>	5 Menit

#### L. Asesmen

Penilaian pemahaman sains dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan, kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi, penilaian kelompok dan penilaian produk.

#### M. Refleksi Guru

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah seluruh siswa mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah seluruh siswa memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah terdapat siswa yang mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		

4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat siswa lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		
5	Langkah apa yang perlu dilakukan agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik dan siswa tidak ada yang mengalami kesulitan belajar?		

#### N. Refleksi Siswa

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian sudah mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah kalian sudah memahami materi yang diajarkan dengan baik?		
3	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mengikuti proses pembelajaran?		
4	Apakah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan hari ini, membuat kalian lebih semangat dan antusias untuk menerima pembelajaran dipertemuan berikutnya?		
5	Jika kalian mengalami kesulitan, pada bagian mana kalian mengalami kesulitan saat proses pembelajaran?		

#### LAMPIRAN

- A. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
- B. Bahan Ajar
- C. Kisi-Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
- D. Daftar Pustaka

#### Lampiran 1 : Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD dapat diakses pada tautan berikut ini :

<https://flipbookpdf.net/web/site/e167c19c27b5502b8c32d1a648a243823d5bae0a202502.pdf.html>

#### Lampiran 2: Bahan Ajar

##### ➤ Pertemuan ke-1

**Waktu : 3 JP**

**Materi : konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai dan pipa organa.**

Pernahkan kalian melihat riakan air atau ombak di permukaan air, baik itu di pantai, sungai ataupun kolam? Atau kalian pernah merasa bingung kenapa saat kalian berbicara diruang atau gedung yang kosong suara kalian terdengar berulang? Fenomena yang kalian amati adalah fenomena gelombang. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya karakteristik dari gelombang bunyi.



**Gambar 2.**

Riakan air atau ombak kecil di *air*.

Sumber. Kompas.com

Fenomena gelombang sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. salah satu teknologi yang sering digunakan dan memanfaatkan sifat-sifat dari gelombang adalah internet. Internet menggunakan gelombang radio untuk menghantarkan informasi dalam bentuk digital.

Gelombang bunyi merupakan getaran yang memerlukan medium untuk merambat. Seperti melalui medium udara, air, dan benda padat dan dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang bunyi termasuk kedalam gelombang mekanik yang tergolong gelombang longitudinal. Bunyi dapat didengar oleh manusia karena adanya sumber bunyi, adanya medium rambat bunyi dan frekuensinya yang berada antara 20 Hz-20.000 Hz (Audiosonik). Lalu bagaimana cara astronot untuk berkomunikasi dengan satu sama lain di luar angkasa? Karena luar angkasa tidak ada medium yang dapat merambatkan gelombang bunyi maka mereka memerlukan alat komunikasi berupa radio.

### 1. Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi bergantung pada sifat-sifat medium rambat. Terdapat dua faktor yang memengaruhi cepat rambat bunyi yaitu :

- a. Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel pada medium maka akan semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat.
- b. Semakin panas suhu medium yang dilalui oleh bunyi maka bunyi akan semakin cepat merambat.

Untuk menghitung cepat rambat bunyi dapat menggunakan persamaan berikut.

$$v = \lambda \cdot f$$

Keterangan :

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

$\lambda$  : panjang gelombang bunyi (m)

$f$  : frekuensi bunyi (Hz)

persamaan cepat rambat bunyi tergantung pada mediumnya:

a. Medium gas

Keterangan :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{Mr}}$$

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

$\gamma$  = konstanta laplace (pada gas monoatomik 1,67)

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

$T$  = Suhu mutlak (K)

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

b. Medium zat cair

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

Keterangan :

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

$B$  = Modulus Bulk (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)

c. Medium zat padat

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

Keterangan :

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

$E$  = Modulus Young (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = massa jenis zat padat (kg/m<sup>3</sup>)

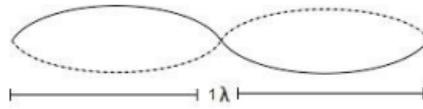
## 2. Dawai

Pada saat kalian memetik dawai atau gitar maka akan terjadi gelombang pada senar gitar. Gelombang yang dihasilkan pada gitar tersebut adalah gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil dari superposisi gelombang. Semakin pendek jaraknya maka frekuensi akan semakin besar begitupun sebaliknya dan semakin kecil luas permukaan maka frekuensinya akan semakin besar dan sebaliknya. Gitar, biola dan ukulele merupakan alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar, kemudian akan berturut-turut membentuk pola gelombang dengan nada atas ke 1, nada atas ke 2 dan seterusnya.

Pada nada dasar, terbentuk setengah panjang gelombang ( $\lambda$ ) pada panjang dawai ( $L$ ) yaitu  $L = \frac{1}{2}\lambda_0$  atau  $\lambda_0 = 2L$ . Sehingga persamaan frekuensi nada dasar yaitu :

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2L}$$

Nada atas ke 1



**Gambar 2.**

nada atas ke 1 pada dawai

Nada atas ke 1 ini terjadi pada dawai apabila terbentuk 1 gelombang tali dengan panjang  $L$  sebesar  $1\lambda$ . Sehingga frekuensi nada atas ke 1 yaitu :  $L = 1\lambda$  maka  $\lambda = L$

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}$$

Nada atas ke-2 terbentuk satu setengah gelombang pada panjang dawai. Sehingga frekuensi nada atas ke- $n$  yaitu

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

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi nada atas ke  $-n$  (Hz) ( $n = 0,1,2,3,4,\dots$ )

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

$L$  = panjang dawai (m)

### 3. Pipa Organa

Pipa organa merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang dapat menghasilkan gelombang stasioner atau gelombang berdiri yang dapat mengeluarkan bunyi atau resonansi. Pipa organa terdiri dari dua jenis yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup. Pipa organa terbuka adalah pipa organa yang memiliki bagian kanan dan kiri sama-sama terbuka contohnya seperti seruling, terompet dan angklung. Sama seperti pada dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang  $1/2\lambda$  dan terus naik dengan beda  $1/2\lambda$  sehingga untuk penentuan frekuensi nada ke- $n$  dapat ditentukan dengan persamaan yang sama seperti pada penentuan frekuensi ke- $n$  pada dawai yaitu:

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

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi nada atas ke  $-n$  (Hz)

$n = 0,1,2,3,4,\dots$

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

$L$  = panjang dawai (m)

Pipa organa tertutup berbeda dengan pipa organa terbuka, pipa organa tertutup salah satu bagian ujungnya tertutup dan satu bagian terbuka. Untuk menentukan frekuensi pada pipa organa tertutup dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan :

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

$f_n$  = frekuensi nada ke- $n$  (Hz)

$n = 1, 2, 3, \dots$

### ➤ Pertemuan ke-2

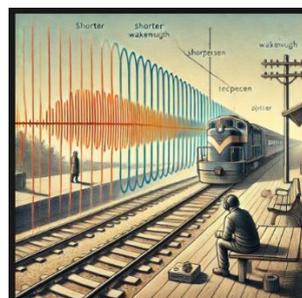
**Waktu : 2 JP**

**Materi : Efek Doppler, resonansi, pelayangan bunyi intensitas dan taraf intensitas bunyi**

#### 1. Efek Doppler

Kalian pasti pernah melihat ambulans yang datang dari kejauhan akan tetapi suara sirineta sudah terdengar oleh kita. Hal ini disebabkan karena perbedaan frekuensi yang didengar dan yang dihasilkan sehingga suara yang didengar berbeda dengan bunyi sirineta. Keadaan inilah yang disebut dengan efek Doppler. Jadi apakah itu efek Doppler?

Efek Doppler merupakan fenomena yang berkaitan dengan pergerakan sumber bunyi relatif terhadap pendengar sehingga frekuensi yang didengar berbeda dengan frekuensi yang dihasilkan oleh sumber bunyi tersebut. Efek Doppler ini ditemukan oleh ilmuwan fisika yang bernama Christian Johanm Doppler. Contohnya adalah ketika sebuah kereta api yang membunyikan peluitnya dan bergerak mendekati orang yang berada distasiun maka bunyi8 peluit yang didengar akan semakin tinggi sedangkan ketika kereta api menjauhi stasiun bunyi peluit akan terdengar semakin mengecil.



**Gambar 3.**  
kereta api mendekati pendengar

Secara umum persamaan efek Doppler dapat dituliskan sebagai berikut.

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

Keterangan :

$v$  = cepat rambat bunyi diudara (340 m/s)

$v_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

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

$f_p$  = frekuensi pendengar (Hz)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

Perjanjian tanda pada persamaan efek Doppler

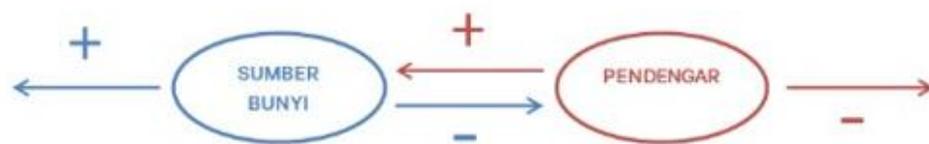
$v_s$  bernilai (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar

$v_s$  bernilai (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

$v_p$  bernilai (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi

$v_p$  bernilai (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

Untuk memudahkan mengingat tanda perhatikan ilustrasi berikut.



**Gambar 4.**  
peringat perjanjian tanda efek Doppler

## 2. Resonansi

Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya benda akibat dari getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Hal ini dapat terjadi apabila suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami dari sumber bunyi yang bergetar. Contohnya adalah ketika kita bernyanyi atau berteriak maka akan dapat memecahkan gelas. Hal ini terjadi karena saat material gelas bergetar, susunan bahannya menjadi tidak stabil dan akhirnya akan pecah. Selain itu dalam kehidupan sehari-hari kita dapat melihat jendela yang ikut bergetar ketika ada petir halilintar.

## 3. Pelayangan Bunyi

Pelayangan bunyi merupakan bunyi keras dari dua sumber bunyi atau bunyi lemah yang terjadi secara berurutan. Pelayangan bunyi ini dapat dijelaskan dengan prinsip superposisi gelombang. Salah satu fenomena dari pelayangan bunyi adalah bunyi yang melengking. Contohnya juga seperti dua buah akat musik yang dibunyikan bersamaan. Kombinasi dari dua buah gelombang tersebut disebut dengan interferensi. Ketika kita mendengarkan suara yang keras, maka kedua gelombang tersebut akan memiliki beda fase  $n\lambda$  yang disebut juga dengan interferensi konstruktif dan memiliki beda fase  $n\lambda/2$  disebut interferensi destruktif. Untuk menentukan frekuensi layangan bunyi dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$f_n = |f_2 - f_1|$$

Keterangan :

$f_n$  = frekuensi layangan bunyi (Hz)

$f_1/f_2$  = frekuensi benda yang berinterferensi (Hz)

#### 4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Pernahkan kalian menonton konser musik DJ atau musik rock? Saat kalian mendengar suara musik tersebut musik terdengar sangat keras hingga terasa bergetar di dada. Hal ini menunjukkan intensitas bunyi yang tinggi sehingga dapat memengaruhi tubuh manusia. Selain itu, suara pesawat jet saat lepas landas yang mencapai 120 dB yang dapat menyebabkan kerusakan pada pendengaran jika terpapar dalam waktu yang lama sehingga penggunaan pelindung telinga sangat disarankan untuk pekerja yang bekerja dilingkungan yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Hal inilah disebut dengan taraf intensitas bunyi, percakapan biasa manusia memiliki taraf intensitas sekitar 60 dB.

Intensitas bunyi merupakan suatu daya yang dibawa oleh gelombang suara per satuan luas yang arahnya tegak lurus dari arah cepat rambat gelombang. Sedangkan taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan antara intensitas yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran. Untuk mengukur intensitas bunyi dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan :

I = Intensitas bunyi ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

P = Daya (W)

A = Luas ( $\text{m}^2$ )

Dari persamaan diatas, kita dapat mengetahui bahwa intensitas bunyi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, jika kita ingin membuat perbandingan antara intensitas bunyi dari sumber yang sama namun didengar dari jarak yang berbeda dapat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

Intensitas bunyi yang didengar dengan satuan desibel (dB) disebut dengan taraf intensitas bunyi. Persamaan untuk taraf intensitas bunyi adalah sebagai berikut.

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

Keterangan :

TI = Taraf intensitas bunyi (db)

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

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

Apabila sumber bunyi yang didengar bertambah maka menggunakan persamaan berikut.

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n$$

Jika jarak kita dengan sumber bunyi berubah, baik mendekat atau menjauh maka menggunakan persamaan berikut.

$$TI_n = TI_1 + 20 \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

### ➤ Pertemuan ke-3

**Waktu : 3 JP**

**Materi : Interferensi Cahaya, Difraksi Cahaya, dan Polarisasi**

Pada subbab pertemuan sebelumnya, kita sudah membahas mengenai gelombang bunyi masih ingatkah kalian bagaimana cara astronot untuk berkomunikasi dengan satu sama lain di luar angkasa? Karena luar angkasa tidak ada medium yang dapat merambatkan gelombang bunyi maka mereka memerlukan alat komunikasi berupa radio yang mengeluarkan gelombang elektromagnetik. Jadi apakah itu gelombang elektromagnetik? Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium dalam perambatannya. Contoh dari gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya.



**Gambar 5.**

Cahaya matahari

Sumber : Kompas.com

Setiap hari kita merasakan pengaruh dari sinar matahari untuk kehidupan makhluk hidup seperti pakaian basah menjadi kering, siang hari tampak terang, terasa panas ketika berjalan disiang hari. Cahaya memiliki arah rambatan yang tegak lurus dengan arah getarnya sehingga cahaya juga merupakan gelombang transversal. Sebagai gelombang, cahaya dapat mengalami pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), perpaduan (interferensi), pelenturan (difraksi), penguraian (dispersi) dan polarisasi.

### 1. Interferensi Cahaya

Interferensi cahaya merupakan perpaduan antara dua gelombang cahaya atau lebih. Interferensi cahaya ini terjadi apabila sumber cahayanya adalah cahaya yang koheren. Sumber cahaya koheren apabila frekuensi, amplitudo, dan beda fase dari suatu gelombang cahaya harus tetap. Pernahkah kalian mengamati gelembung sabun dan minyak yang tumpah dipermukaan jalan raya yang terkena air? Ketika cahaya matahari sangat terang gelembung sabun dan minyak tersebut akan terlihat warna warni, peristiwa inilah yang disebut dengan fenomena interferensi cahaya. Interferensi cahaya dapat bersifat konstruktif (menguatkan) dan destruktif (melemahkan).

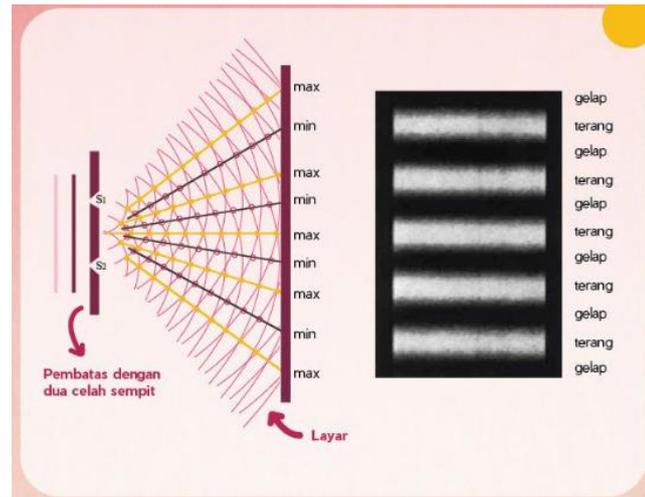


**Gambar 6.**

Gelembung sabun

Sumber: rawpixel.com

Percobaan interferensi cahaya pertama kali dilakukan oleh ilmuwan bernama Thomas Young pada tahun 1773-1829. Berikut merupakan gambar interferensi yang dilakukan oleh Thomas Young.



**Gambar 7.**

Interferensi young

Sumber: Ruangguru.com

Untuk mendapatkan sumber cahaya yang koheren Thomas Young menggunakan sebuah sumber cahaya yang dilewatkan pada dua celah sempit yaitu S1 dan S2 seperti pada Gambar 9. Jarak antara kedua celah tersebut adalah ( $d$ ), dibelakang celah sejauh ( $L$ ) diletakkan sebuah layar yang memiliki fungsi untuk menangkap pola hasil dari interferensi. Hasil yang didapatkan pada layar muncul pita terang gelap secara berselang seling. Cahaya yang memasuki kedua celah S1 dan S2 akan menyebar ke segala arah sehingga dua celah tersebut akan bertindak sebagai sumber cahaya baru. Hasil yang didapatkan dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Interferensi konstruktif

Interferensi konstruktif adalah interferensi yang saling menguatkan atau membuat terang apabila dua gelombang bertemu dan memiliki fase yang sama atau sefase. Jarak garis terang ke- $n$  dari pusat terang dinyatakan dengan persamaan:

$$d \sin \theta = n\lambda$$

2. Interferensi destruktif

Interferensi destruktif adalah interferensi yang saling melemahkan atau membuat gelap, apabila dua gelombang tidak bertemu dan saling meniadakan serta memiliki fase yang tidak sama dengan persamaannya yaitu.

$$d \sin \theta = \frac{(2n + 1)\lambda}{2}$$

Keterangan :

$\theta$  = sudut simpangan antara sinar dan layar ( $^{\circ}$ )

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$d$  = jarak antar celah (m)

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$  ( $n$  adalah orde terang/gelap ke- $n$ ).

3. Persamaan untuk jarak terang ke- $n$  dari terang pusat:

$$d \frac{y_n}{L} = n\lambda$$

Keterangan :

$d$  = jarak antar celah (m)

$L$  = Jarak layang dari celah (m)

$y_n$  = jarak terang/gelap ke- $n$  (m)

$n = 0$  menyatakan terang pusat

$n = 1 \rightarrow$  terang ke 1

$n = 2 \rightarrow$  terang ke 2

4. Persamaan jarak gelap ke- $n$  dari terang pusat:

$$d \frac{y_n}{L} = \frac{(2n + 1)\lambda}{2}$$

Keterangan:

$n = 0$  menyatakan gelap ke-1

$n = 1 \rightarrow$  gelap ke 2

$n = 2 \rightarrow$  gelap ke 3

## 2. Difraksi Cahaya

Seperti pada gelombang bunyi, gelombang cahaya juga memiliki sifat difraksi atau pelenturan. Difraksi cahaya adalah peristiwa pelenturan cahaya yang terjadi apabila cahaya melalui celah yang sangat sempit. Contohnya cahaya yang masuk melalui celah pintu atau jendela. Kisi difraksi biasanya digunakan untuk menentukan panjang dari suatu gelombang cahaya dengan persamaan sebagai berikut.

$$d \sin \theta = n \lambda$$

Keterangan :

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$d$  = ukuran celah (m)

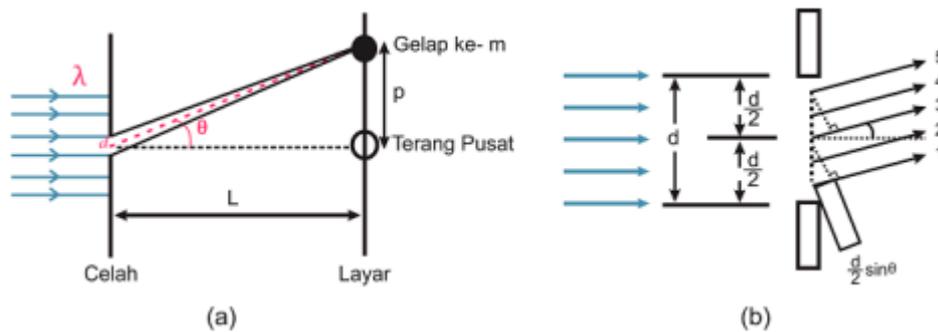
$\theta$  = sudut simpang atau sudut deviasi

$n$  = orde difraksi (1,2,3..)

Fenomena difraksi secara umum dibagi menjadi dua yaitu difraksi celah tunggal dan difraksi pada kisi.

- a. Difraksi Celah Tunggal

Difraksi ini dapat dijelaskan oleh prinsip Huygens yang menyatakan bahwa setiap bagian dari celah dapat dianggap sebagai sumber cahaya yang dapat berinterferensi dengan cahaya dari bagian celah yang lain.



**Gambar 8.**

### Difraksi pada celah tunggal

Ketika sebuah sumber gelombang melewati celah sempit seperti pada Gambar 10. maka gelombang akan menyebar dan membentuk pola gelap terang apabila tertangkap oleh layar. penentuan intensitas minimum pada difraksi celah tunggal akan mengikuti persamaan interferensi konstruktif yaitu.

$$d \sin \theta = n\lambda$$

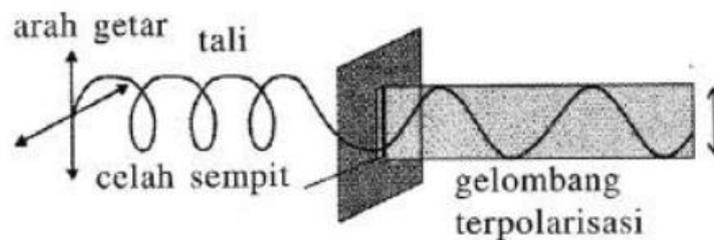
#### b. Difraksi Pada Kisi

Kisi merupakan banyaknya celah sempit yang dibuat sama dengan jarak antar celahnya. Jumlah kisi persatuan panjang disebut dengan konstanta kisi. Hubungan antara konstanta kisi dan lebar kisi dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$d = \frac{1}{N}$$

### 3. Polarisasi

Pernahkan kalian menggunakan kacamata 3D? Biasanya kacamata 3D ini digunakan untuk menonton agar terlihat lebih nyata. Salah satu sifat gelombang yang digunakan oleh kacamata ini adalah polarisasi. Polarisasi merupakan peristiwa terserapnya sebagian arah getar gelombang yang mengakibatkan tersisa hanya satu arah getar saja. Polarisasi ini hanya dapat terjadi pada gelombang transversal saja. Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik memiliki dua arah getar yaitu medan magnet dan medan listrik yang saling tegak lurus terhadap arah rambatannya.



**Gambar 9.**

Gelombang tali yang terpolarisasi

Sumber: Maglearning.id

Sebelum dilewatkan pada celah sempit yang vertikal, tali akan bergetar dengan simpangan yang berbentuk spiral, ketika gelombang tali memiliki celah maka hanya arah getar yang vertikal yang masih tersisa. Sedangkan arah getar horizontal diserap oleh celah sempit tersebut. gelombang yang keluar dari celah sempit tersebut disebut dengan gelombang yang terpolarisasi. Alat yang digunakan untuk menyerap arah getar gelombang cahaya disebut dengan polarisator. Intensitas cahaya yang diamati pengamat akan tereduksi yang besarnya dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

Keterangan :

$I_0$  = intensitas mula-mula (Watt/m<sup>2</sup>)

$I$  = intensitas setelah melewati polarisator (Watt/m<sup>2</sup>)

$\theta$  = sudut antara sumbu polarisator dan sumbu analisator (derajat)

### 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	
1						
2						
3						
4						
5						
Dst.						

#### Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Rasa Ingin Tahu	Selalu memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	4
	Sering memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	3
	Jarang memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	2
	Tidak Pernah memberikan pertanyaan dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber	1

Kerja Sama	Selalu ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	4
	Sering ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	3
	Jarang ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	2
	Tidak Pernah ikut berperan aktif dalam kegiatan diskusi kelompok	1
Tanggung Jawab	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	4
	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	3
	Jarang bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	2
	Tidak Pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran	1
Jujur	Selalu menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	4
	Sering menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	3
	Jarang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	2
	Kadang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur	1

Keterangan :

Skor Maksimum  $4 \times 4 = 16$

Skor Minimum  $4 \times 1 = 4$

Nilai =  $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$

#### Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No.	Nama	Penilaian Keterampilan		Jumlah Skor	Nilai
		Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst					

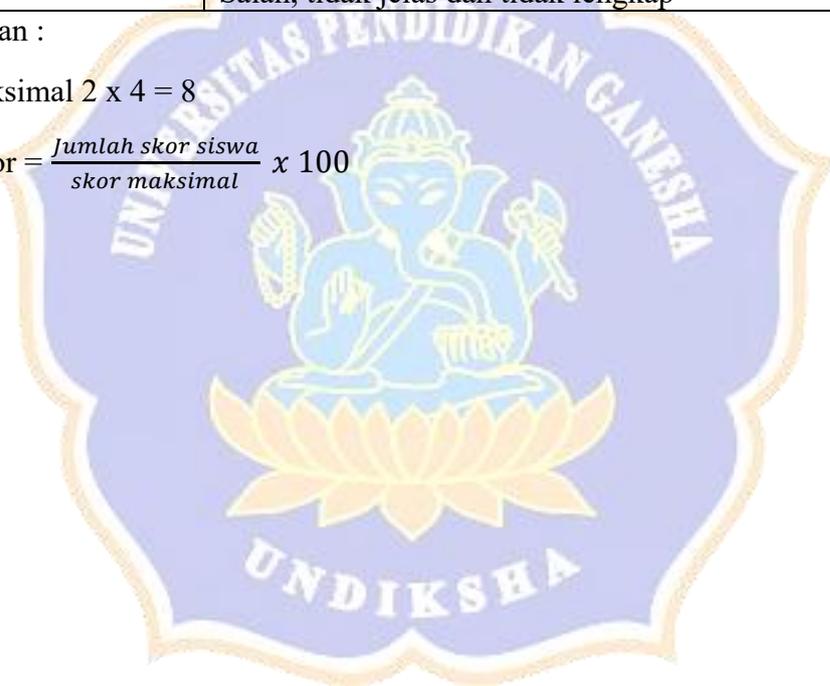
#### Rubrik Penilaian Keterampilan

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor
Visualisasi	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta dengan gestur yang baik	4
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur yang baik	3
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar tapi dengan gestur yang baik	2
	Memberikan pertanyaan atau menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tidak dengan gestur yang baik	1
Konten	Tepat, jelas dan lengkap	4
	Tepat, jelas, akan tetapi tidak lengkap	3
	Tepat, tetapi tidak jelas dan tidak lengkap	2
	Salah, tidak jelas dan tidak lengkap	1

Keterangan :

Skor maksimal  $2 \times 4 = 8$

Total Skor =  $\frac{\text{Jumlah skor siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100$



**DAFTAR PUSTAKA**

Anissa, I. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal Paud, DIKNAS dan DIKMEN

Kemdikbud. 2020. *Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kemdikbud

Radjawane, M.M., Alvius, T., & Suntar, J. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.



**LAMPIRAN IV**  
**HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN**



- Lampiran 4.1 Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen
- Lampiran 4.2 Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol
- Lampiran 4.3 Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen
- Lampiran 4.4 Hasil *Posttest* Kelompok Kontrol
- Lampiran 4.5 Hasil *Pretest* Setiap Dimensi Berpikir Kreatif pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan
- Lampiran 4.6 Hasil *Posttest* Setiap Dimensi Berpikir Kreatif pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan

Lampiran 4. 1 Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen

No. Resp.	Skor Perbutir										Total	Total Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	1	10	25,0
2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	22,5
3	2	2	1	2	0	0	0	1	1	1	10	25,0
4	1	3	1	1	1	0	2	2	2	1	14	35,0
5	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	14	35,0
6	2	2	0	1	1	1	2	1	1	1	12	30,0
7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	9	22,5
8	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	20,0
9	4	2	0	0	1	1	2	2	1	1	14	35,0
10	0	1	1	0	1	1	1	2	0	1	8	20,0
11	3	3	1	1	0	0	2	2	1	3	16	40,0
12	2	1	1	1	1	0	1	2	2	1	12	30,0
13	3	3	1	0	1	0	2	0	2	3	15	37,5
14	2	2	1	1	1	1	0	0	1	2	11	27,5
15	3	2	4	0	1	0	2	2	2	2	18	45,0
16	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	11	27,5
17	3	3	3	1	0	0	2	2	0	1	15	37,5
18	4	3	0	0	0	1	4	2	2	2	18	45,0
19	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	11	27,5
20	3	2	3	0	1	0	2	2	1	2	16	40,0
21	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2	20	50,0
22	3	3	0	0	1	1	2	2	1	2	15	37,5
23	3	2	4	0	1	1	2	2	2	3	20	50,0
24	2	2	3	1	2	0	2	1	1	1	15	37,5
25	3	3	0	0	0	1	3	2	3	1	16	40,0
26	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	14	35,0
27	3	2	1	0	0	0	2	4	3	2	17	42,5
28	3	2	0	0	1	1	2	1	1	1	12	30,0
29	2	2	0	1	1	0	1	1	1	1	10	25,0
30	4	3	4	0	0	0	3	2	2	2	20	50,0
31	1	2	0	1	1	0	2	2	3	2	14	35,0
32	3	0	4	1	0	0	3	2	2	2	17	42,5
33	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	14	35,0
34	2	1	1	0	1	1	2	2	1	1	12	30,0

Lampiran 4. 2 Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol

No. Resp.	Skor Perbutir										Total	Total Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	2	15	37,5
2	3	2	1	2	1	1	3	2	1	2	18	45,0
3	3	1	2	1	2	1	2	2	2	2	18	45,0
4	2	2	4	4	1	1	3	1	2	2	22	55,0
5	2	2	1	1	3	1	3	3	3	2	21	52,5
6	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	14	35,0
7	2	3	1	1	1	1	2	3	2	3	19	47,5
8	2	2	1	2	1	1	2	1	1	3	16	40,0
9	2	1	4	1	1	0	4	4	3	2	22	55,0
10	2	3	1	2	1	1	1	2	1	1	15	37,5
11	3	2	4	3	1	1	3	2	2	2	23	57,5
12	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	14	35,0
13	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	15	37,5
14	3	3	1	1	1	1	2	2	1	1	16	40,0
15	3	2	1	1	1	1	1	3	2	1	16	40,0
16	2	2	4	1	1	1	3	3	2	1	20	50,0
17	3	3	4	3	0	1	2	3	3	4	26	65,0
18	3	2	1	1	1	0	3	3	3	3	20	50,0
19	4	3	1	1	1	1	2	2	3	2	20	50,0
20	2	3	4	1	1	1	2	2	2	3	21	52,5
21	2	2	1	2	1	1	2	3	2	1	17	42,5
22	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	17	42,5
23	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	17	42,5
24	3	1	4	1	1	1	1	3	2	2	19	47,5
25	2	3	4	1	1	1	2	3	3	1	21	52,5
26	3	3	1	1	1	1	2	3	2	1	18	45,0
27	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	19	47,5
28	2	2	4	3	4	4	2	2	1	1	25	62,5
29	2	2	3	3	3	3	4	3	2	1	26	65,0
30	3	2	4	3	1	4	2	2	2	2	25	62,5
31	2	2	4	4	2	2	1	2	2	3	24	60,0
32	2	1	2	3	3	1	3	2	1	1	19	47,5
33	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	15	37,5
34	2	2	4	1	1	2	2	2	2	1	19	47,5

Lampiran 4. 3 Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen

No. Resp.	Skor Perbutir										Total	Total Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	3	1	1	1	1	3	3	4	3	24	60,0
2	4	3	3	2	3	2	4	1	1	1	24	60,0
3	4	2	1	1	2	3	3	3	4	3	26	65,0
4	3	3	4	1	3	3	3	3	3	3	29	70,0
5	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	29	70,0
6	4	3	1	1	3	0	4	3	4	4	27	67,5
7	3	3	2	1	2	2	3	3	3	2	24	60,0
8	3	4	3	3	2	3	4	0	1	1	24	60,0
9	2	3	3	3	3	3	3	1	4	3	28	70,0
10	3	3	1	1	3	2	3	2	3	3	24	60,0
11	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	32	80,0
12	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	27	67,5
13	3	2	3	3	4	3	4	3	3	2	30	75,0
14	3	4	1	1	3	0	4	3	4	3	26	65,0
15	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	33	82,5
16	3	1	4	1	3	3	0	4	4	3	26	65,0
17	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3	31	77,5
18	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	34	85,0
19	2	2	3	3	4	3	2	3	2	2	26	65,0
20	3	2	4	4	3	4	3	3	3	3	32	80,0
21	2	3	3	4	3	4	4	4	4	3	34	85,0
22	3	3	3	1	3	3	4	4	4	3	31	77,5
23	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	36	90,0
24	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	31	77,5
25	4	2	3	3	4	4	3	3	3	3	32	80,0
26	2	3	4	1	3	3	3	4	3	4	30	75,0
27	3	3	4	2	4	3	4	3	4	3	33	82,5
28	2	3	4	2	3	3	3	2	2	3	27	67,5
29	3	3	3	0	1	1	4	4	4	3	26	65,0
30	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	36	90,0
31	2	3	4	3	4	1	3	4	3	3	30	75,0
32	4	3	2	3	3	3	3	4	4	4	33	82,5
33	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	30	75,0
34	3	2	3	0	3	3	4	4	3	3	28	70,0

Lampiran 4. 4 Hasil *Posttest* Kelompok Kontrol

No.Resp.	Skor Perbutir										Total	Total Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	2	2	2	3	2	1	2	2	21	52,5
2	3	2	3	3	2	3	3	2	1	2	24	60,0
3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	24	60,0
4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	28	70,0
5	4	4	3	2	2	3	2	3	2	2	27	67,5
6	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	20	50,0
7	3	3	2	3	1	2	4	2	2	2	24	60,0
8	3	1	2	2	3	2	2	2	2	3	22	55,0
9	2	3	4	2	4	4	2	4	3	2	30	75,0
10	3	2	2	2	2	3	2	2	1	2	21	52,5
11	3	2	2	3	4	4	3	2	4	3	30	75,0
12	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	20	50,0
13	3	2	2	3	2	2	3	1	2	2	22	55,0
14	4	2	1	2	1	2	3	2	2	3	22	55,0
15	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	22	55,0
16	3	2	3	2	4	2	2	3	2	3	26	65,0
17	3	3	4	3	4	4	3	3	3	2	32	80,0
18	4	3	2	3	2	2	4	2	2	2	26	65,0
19	4	3	2	3	3	2	3	3	2	2	27	67,5
20	4	4	1	2	2	3	3	4	3	2	28	70,0
21	4	3	2	2	1	1	3	3	2	2	23	57,5
22	4	3	1	2	1	2	3	2	3	2	23	57,5
23	3	1	4	2	2	3	3	1	2	2	23	57,5
24	3	3	3	3	1	2	3	2	2	3	25	62,5
25	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	28	70,0
26	4	4	2	1	1	3	2	3	2	2	24	60,0
27	2	3	2	3	4	2	3	2	2	2	25	62,5
28	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	31	77,5
29	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2	32	80,0
30	4	2	3	4	3	3	4	3	2	3	31	77,5
31	4	3	3	4	3	3	4	2	2	2	30	75,0
32	3	4	3	2	3	2	2	2	2	3	26	65,0
33	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	22	55,0
34	4	2	3	2	3	2	3	2	3	2	26	65,0

**Lampiran 4. 5 Hasil *Pretest* Setiap Dimensi Berpikir Kreatif pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan**

**1. Kelompok Kontrol**

• **Berpikir Lancar (*Fluency*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	1	2	8	
1	3	1	1	41,67
2	3	2	2	58,33
3	3	1	2	50,00
4	2	2	1	41,67
5	2	2	3	58,33
6	1	2	1	33,33
7	2	3	3	66,67
8	2	2	1	41,67
9	2	1	4	58,33
10	2	3	2	58,33
11	3	2	2	58,33
12	2	2	2	50,00
13	2	2	1	41,67
14	3	3	2	66,67
15	3	2	3	66,67
16	2	2	3	58,33
17	3	3	3	75,00
18	3	2	3	66,67
19	4	3	2	75,00
20	2	3	2	58,33
21	2	2	3	58,33
22	2	2	2	50,00
23	2	2	2	50,00
24	3	1	3	58,33
25	2	3	3	66,67
26	3	3	3	75,00
27	2	2	2	50,00
28	2	2	2	50,00
29	2	2	3	58,33
30	3	2	2	58,33
31	2	2	2	50,00
32	2	1	2	41,67
33	2	2	2	50,00
34	2	2	2	50,00

- **Berpikir Luwes (*Flexibility*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	4	7	
1	1	1	25,00
2	2	3	62,50
3	1	2	37,50
4	4	3	87,50
5	1	3	50,00
6	1	1	25,00
7	1	2	37,50
8	2	2	50,00
9	1	4	62,50
10	2	1	37,50
11	3	3	75,00
12	1	1	25,00
13	1	2	37,50
14	1	2	37,50
15	1	1	25,00
16	1	3	50,00
17	3	2	62,50
18	1	3	50,00
19	1	2	37,50
20	1	2	37,50
21	2	2	50,00
22	1	2	37,50
23	1	2	37,50
24	1	1	25,00
25	1	2	37,50
26	1	2	37,50
27	1	1	25,00
28	3	2	62,50
29	3	4	87,50
30	3	2	62,50
31	4	1	62,50
32	3	3	75,00
33	1	1	25,00
34	1	2	37,50

- **Berpikir Orisinal (*Originality*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	3	5	6	
1	1	1	1	25,00
2	1	1	1	25,00

3	2	2	1	41,67
4	4	1	1	50,00
5	1	3	1	41,67
6	2	2	2	50,00
7	1	1	1	25,00
8	1	1	1	25,00
9	4	1	0	41,67
10	1	1	1	25,00
11	4	1	1	50,00
12	2	1	1	33,33
13	2	2	1	41,67
14	1	1	1	25,00
15	1	1	1	25,00
16	4	1	1	50,00
17	4	0	1	41,67
18	1	1	0	16,67
19	1	1	1	25,00
20	4	1	1	50,00
21	1	1	1	25,00
22	2	2	1	41,67
23	1	1	2	33,33
24	4	1	1	50,00
25	4	1	1	50,00
26	1	1	1	25,00
27	4	1	3	66,67
28	4	4	4	100,00
29	3	3	3	75,00
30	4	1	4	75,00
31	4	2	2	66,67
32	2	3	1	50,00
33	1	1	2	33,33
34	4	1	2	58,33

- **Berpikir Terperinci (*Elaboration*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	9	10	
1	3	2	62,50
2	1	2	37,50
3	2	2	50,00
4	2	2	50,00
5	3	2	62,50
6	1	1	25,00

7	2	3	62,50
8	1	3	50,00
9	3	2	62,50
10	1	1	25,00
11	2	2	50,00
12	1	1	25,00
13	1	1	25,00
14	1	1	25,00
15	2	1	37,50
16	2	1	37,50
17	3	4	87,50
18	3	3	75,00
19	3	2	62,50
20	2	3	62,50
21	2	1	37,50
22	1	2	37,50
23	2	2	50,00
24	2	2	50,00
25	3	1	50,00
26	2	1	37,50
27	2	1	37,50
28	1	1	25,00
29	2	1	37,50
30	2	2	50,00
31	2	3	62,50
32	1	1	25,00
33	2	1	37,50
34	2	1	37,50

## 2. Kelompok Eksperimen

- Berpikir Lancar (*Fluency*)

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	1	2	8	
1	2	2	0	33,33
2	1	1	1	25,00
3	2	2	1	41,67
4	1	3	2	50,00
5	2	2	1	41,67
6	2	2	1	41,67
7	1	1	1	25,00
8	1	1	1	25,00
9	4	2	2	66,67

10	0	1	2	25,00
11	3	3	2	66,67
12	2	1	2	41,67
13	3	3	0	50,00
14	2	2	0	33,33
15	3	2	2	58,33
16	2	2	1	41,67
17	3	3	2	66,67
18	4	3	2	75,00
19	2	2	2	50,00
20	3	2	2	58,33
21	3	3	2	66,67
22	3	3	2	66,67
23	3	2	2	58,33
24	2	2	1	41,67
25	3	3	2	66,67
26	2	1	2	41,67
27	3	2	4	75,00
28	3	2	1	50,00
29	2	2	1	41,67
30	4	3	2	75,00
31	1	2	2	41,67
32	3	0	2	41,67
33	2	3	1	50,00
34	2	1	2	41,67

- **Berpikir Luwes (*Flexibility*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	4	7	
1	1	1	25,00
2	1	1	25,00
3	2	0	25,00
4	1	2	37,50
5	1	1	25,00
6	1	2	37,50
7	0	1	12,50
8	1	1	25,00
9	0	2	25,00
10	0	1	12,50
11	1	2	37,50
12	1	1	25,00
13	0	2	25,00

14	1	0	12,50
15	0	2	25,00
16	1	1	25,00
17	1	2	37,50
18	0	4	50,00
19	0	1	12,50
20	0	2	25,00
21	1	2	37,50
22	0	2	25,00
23	0	2	25,00
24	1	2	37,50
25	0	3	37,50
26	1	2	37,50
27	0	2	25,00
28	0	2	25,00
29	1	1	25,00
30	0	3	37,50
31	1	2	37,50
32	1	3	50,00
33	1	2	37,50
34	0	2	25,00

- **Berpikir Orisinal (*Originality*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	3	5	6	
1	1	1	1	25,00
2	1	1	0	16,67
3	1	0	0	8,33
4	1	1	0	16,67
5	1	1	1	25,00
6	0	1	1	16,67
7	0	1	1	16,67
8	1	1	0	16,67
9	0	1	1	16,67
10	1	1	1	25,00
11	1	0	0	8,33
12	1	1	0	16,67
13	1	1	0	16,67

14	1	1	1	25,00
15	4	1	0	41,67
16	0	1	1	16,67
17	3	0	0	25,00
18	0	0	1	8,33
19	0	1	1	16,67
20	3	1	0	33,33
21	3	1	1	41,67
22	0	1	1	16,67
23	4	1	1	50,00
24	3	2	0	41,67
25	0	0	1	8,33
26	1	1	1	25,00
27	1	0	0	8,33
28	0	1	1	16,67
29	0	1	0	8,33
30	4	0	0	33,33
31	0	1	0	8,33
32	4	0	0	33,33
33	1	1	1	25,00
34	1	1	1	25,00

- **Berpikir Terperinci (*Elaboration*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	9	10	
1	0	1	12,50
2	1	1	25,00
3	1	1	25,00
4	2	1	37,50
5	2	2	50,00
6	1	1	25,00
7	1	2	37,50
8	0	1	12,50
9	1	1	25,00
10	0	1	12,50
11	1	3	50,00
12	2	1	37,50
13	2	3	62,50
14	1	2	37,50
15	2	2	50,00

16	1	1	25,00
17	0	1	12,50
18	2	2	50,00
19	1	1	25,00
20	1	2	37,50
21	2	2	50,00
22	1	2	37,50
23	2	3	62,50
24	1	1	25,00
25	3	1	50,00
26	2	1	37,50
27	3	2	62,50
28	1	1	25,00
29	1	1	25,00
30	2	2	50,00
31	3	2	62,50
32	2	2	50,00
33	2	0	25,00
34	1	1	25,00



**Lampiran 4. 6 Hasil *Posttest* Setiap Dimensi Berpikir Kreatif pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan**

**1. Kelompok Kontrol**

• **Berpikir Lancar (*Fluency*)**

No.Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	1	2	8	
1	2	3	1	50,00
2	3	2	2	58,33
3	2	3	2	58,33
4	4	3	2	75,00
5	4	4	3	91,67
6	2	3	1	50,00
7	3	3	2	66,67
8	3	1	2	50,00
9	2	3	4	75,00
10	3	2	2	58,33
11	3	2	2	58,33
12	2	2	1	41,67
13	3	2	1	50,00
14	4	2	2	66,67
15	3	2	2	58,33
16	3	2	3	66,67
17	3	3	3	75,00
18	4	3	2	75,00
19	4	3	3	83,33
20	4	4	4	100,00
21	4	3	3	83,33
22	4	3	2	75,00
23	3	1	1	41,67
24	3	3	2	66,67
25	3	3	3	75,00
26	4	4	3	91,67
27	2	3	2	58,33
28	4	3	3	83,33
29	4	3	3	83,33
30	4	2	3	75,00
31	4	3	2	75,00
32	3	4	2	75,00
33	3	2	2	58,33
34	4	2	2	66,67

- **Berpikir Luwes (*flexibility*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	4	7	
1	2	2	50,00
2	3	3	75,00
3	2	3	62,50
4	3	3	75,00
5	2	2	50,00
6	2	2	50,00
7	3	4	87,50
8	2	2	50,00
9	2	2	50,00
10	2	2	50,00
11	3	3	75,00
12	2	3	62,50
13	3	3	75,00
14	2	3	62,50
15	2	3	62,50
16	2	2	50,00
17	3	3	75,00
18	3	4	87,50
19	3	3	75,00
20	2	3	62,50
21	2	3	62,50
22	2	3	62,50
23	2	3	62,50
24	3	3	75,00
25	2	3	62,50
26	1	2	37,50
27	3	3	75,00
28	3	3	75,00
29	3	4	87,50
30	4	4	100,00
31	4	4	100,00
32	2	2	50,00
33	2	2	50,00
34	2	3	62,50

- **Berpikir Orisinal (*Originality*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	3	5	6	
1	2	2	3	58,33
2	3	2	3	66,67
3	3	3	2	66,67
4	3	3	3	75,00
5	3	2	3	66,67
6	2	2	2	50,00
7	2	1	2	41,67
8	2	3	2	58,33
9	4	4	4	100,00
10	2	2	3	58,33
11	2	4	4	83,33
12	2	2	2	50,00
13	2	2	2	50,00
14	1	1	2	33,33
15	2	2	2	50,00
16	3	4	2	75,00
17	4	4	4	100,00
18	2	2	2	50,00
19	2	3	2	58,33
20	1	2	3	50,00
21	2	1	1	33,33
22	1	1	2	33,33
23	4	2	3	75,00
24	3	1	2	50,00
25	3	3	3	75,00
26	2	1	3	50,00
27	2	4	2	66,67
28	3	3	3	75,00
29	3	4	3	83,33
30	3	3	3	75,00
31	3	3	3	75,00
32	3	3	2	66,67
33	3	2	2	58,33
34	3	3	2	66,67

- **Berpikir Terperinci (*Elaboration*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	9	10	
1	2	2	50,00
2	1	2	37,50
3	2	2	50,00
4	2	2	50,00
5	2	2	50,00
6	2	2	50,00
7	2	2	50,00
8	2	3	62,50
9	3	2	62,50
10	1	2	37,50
11	4	3	87,50
12	2	2	50,00
13	2	2	50,00
14	2	3	62,50
15	2	2	50,00
16	2	3	62,50
17	3	2	62,50
18	2	2	50,00
19	2	2	50,00
20	3	2	62,50
21	2	2	50,00
22	3	2	62,50
23	2	2	50,00
24	2	3	62,50
25	3	2	62,50
26	2	2	50,00
27	2	2	50,00
28	3	3	75,00
29	3	2	62,50
30	2	3	62,50
31	2	2	50,00
32	2	3	62,50
33	2	2	50,00
34	3	2	62,50

### 1. Kelompok Eksperimen

- Berpikir Lancar (*Fluency*)

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	1	2	8	
1	4	3	3	83,33
2	4	3	1	66,67
3	4	2	3	75,00
4	3	3	3	75,00
5	3	3	3	75,00
6	4	3	3	83,33
7	3	3	3	75,00
8	3	4	0	58,33
9	2	3	1	50,00
10	3	3	2	66,67
11	3	3	4	83,33
12	3	2	3	66,67
13	3	2	3	66,67
14	3	4	3	83,33
15	3	3	3	75,00
16	3	1	4	66,67
17	4	3	4	91,67
18	4	3	3	83,33
19	2	2	3	58,33
20	3	2	3	66,67
21	2	3	4	75,00
22	3	3	4	83,33
23	4	3	4	91,67
24	3	3	4	83,33
25	4	2	3	75,00
26	2	3	4	75,00
27	3	3	3	75,00
28	2	3	2	58,33
29	3	3	4	83,33
30	4	2	3	75,00
31	2	3	4	75,00
32	4	3	4	91,67
33	2	2	3	58,33
34	3	2	4	75,00

- Berpikir Luwes (*flexibility*)

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	4	7	
1	1	3	50,00
2	2	4	75,00
3	1	3	50,00
4	1	3	50,00
5	3	2	62,50
6	1	4	62,50
7	1	3	50,00
8	3	4	87,50
9	3	3	75,00
10	1	3	50,00
11	3	3	75,00
12	3	2	62,50
13	3	4	87,50
14	1	4	62,50
15	4	4	100,00
16	1	0	12,50
17	2	3	62,50
18	3	4	87,50
19	3	2	62,50
20	4	3	87,50
21	4	4	100,00
22	1	4	62,50
23	3	3	75,00
24	3	3	75,00
25	3	3	75,00
26	1	3	50,00
27	2	4	75,00
28	2	3	62,50
29	0	4	50,00
30	4	4	100,00
31	3	3	75,00
32	3	3	75,00
33	3	3	75,00
34	0	4	50,00

- **Berpikir Orisinal (*Originality*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal			Total
	3	5	6	
1	1	1	1	25,00
2	3	3	2	66,67
3	1	2	3	50,00
4	4	3	3	83,33
5	3	3	3	75,00
6	1	3	0	33,33
7	2	2	2	50,00
8	3	2	3	66,67
9	3	3	3	75,00
10	1	3	2	50,00
11	3	3	3	75,00
12	3	3	3	75,00
13	3	4	3	83,33
14	1	3	0	33,33
15	3	3	3	75,00
16	4	3	3	83,33
17	3	3	3	75,00
18	3	4	3	83,33
19	3	4	3	83,33
20	4	3	4	91,67
21	3	3	4	83,33
22	3	3	3	75,00
23	3	4	4	91,67
24	3	3	3	75,00
25	3	4	4	91,67
26	4	3	3	83,33
27	4	4	3	91,67
28	4	3	3	83,33
29	3	1	1	41,67
30	3	4	4	91,67
31	4	4	1	75,00
32	2	3	3	66,67
33	3	3	3	75,00
34	3	3	3	75,00

- **Berpikir Terperinci (*Elaboration*)**

No. Resp.	Skor Perbutir Soal		Total
	9	10	
1	4	3	87,50
2	1	1	25,00
3	4	3	87,50
4	3	3	75,00
5	3	3	75,00
6	4	4	100,00
7	3	2	62,50
8	1	1	25,00
9	4	3	87,50
10	3	3	75,00
11	4	3	87,50
12	2	3	62,50
13	3	2	62,50
14	4	3	87,50
15	3	4	87,50
16	4	3	87,50
17	3	3	75,00
18	3	4	87,50
19	2	2	50,00
20	3	3	75,00
21	4	3	87,50
22	4	3	87,50
23	4	4	100,00
24	3	3	75,00
25	3	3	75,00
26	3	4	87,50
27	4	3	87,50
28	2	3	62,50
29	4	3	87,50
30	4	4	100,00
31	3	3	75,00
32	4	4	100,00
33	4	4	100,00
34	3	3	75,00

**LAMPIRAN V**  
**HASIL UJI ASUMSI DAN UJI HIPOTESIS**



- Lampiran 5.1 *Output* SPSS Analisis Uji Deskriptif
- Lampiran 5.2 *Output* SPSS Analisis Uji Normalitas
- Lampiran 5.3 *Output* SPSS Analisis Uji Homogenitas
- Lampiran 5.4 *Output* SPSS Analisis Uji Linieritas
- Lampiran 5.5 *Output* SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur
- Lampiran 5.6 Analisis Uji Lanjut LSD

### Lampiran 5. 1 Output SPSS Analisis Uji Deskriptif

#### Case Processing Summary

	ModelPembelajaran	Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pretest	PBL	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%
	DI	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%
Posttest	PBL	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%
	DI	34	100.0%	0	0.0%	34	100.0%



#### Descriptives

	ModelPembelajaran		Statistic	Std. Error	
Pretest	PBL	Mean	34.3382	1.46372	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	31.3603	
			Upper Bound	37.3162	
		5% Trimmed Mean		34.2647	
		Median		35.0000	
		Variance		72.844	
		Std. Deviation		8.53488	
		Minimum		20.00	
		Maximum		50.00	
		Range		30.00	
		Interquartile Range		12.50	
		Skewness		.143	.403
		Kurtosis		-.736	.788
		Posttest	DI	Mean	47.9412
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			44.9083	
	Upper Bound			50.9741	
5% Trimmed Mean				47.7124	
Median				47.5000	
Variance				75.557	
Std. Deviation				8.69236	
Minimum				35.00	
Maximum				65.00	
Range				30.00	
Interquartile Range				13.13	
Skewness				.431	.403

		Kurtosis		- .661	.788		
Posttest	PBL	Mean		72.8676	1.53731		
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	69.7400			
		Mean	Upper Bound	75.9953			
		5% Trimmed Mean		72.6307			
		Median		72.5000			
		Variance		80.353			
		Std. Deviation		8.96399			
		Minimum		60.00			
		Maximum		90.00			
		Range		30.00			
		Interquartile Range		15.00			
		Skewness		.183	.403		
		Kurtosis		-.987	.788		
		DI		Mean		63.6029	1.53026
				95% Confidence Interval for	Lower Bound	60.4896	
Mean	Upper Bound			66.7163			
5% Trimmed Mean				63.4477			
Median				62.5000			
Variance				79.618			
Std. Deviation				8.92288			
Minimum				50.00			
Maximum				80.00			
Range				30.00			
Interquartile Range				15.00			
Skewness				.350	.403		
Kurtosis				-.963	.788		

## Lampiran 5. 2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	ModelPembelajaran	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	PBL	.119	34	.200*	.962	34	.275
	DI	.108	34	.200*	.949	34	.116
Posttest	PBL	.125	34	.193	.945	34	.088
	DI	.127	34	.177	.944	34	.083

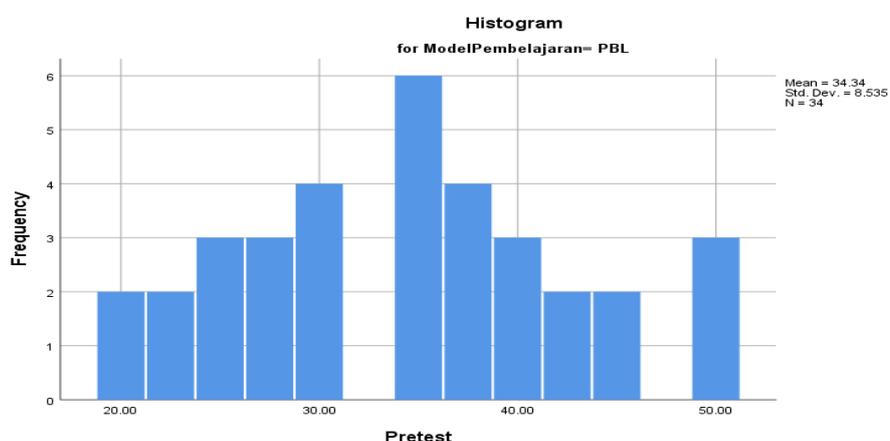
\*. This is a lower bound of the true significance.

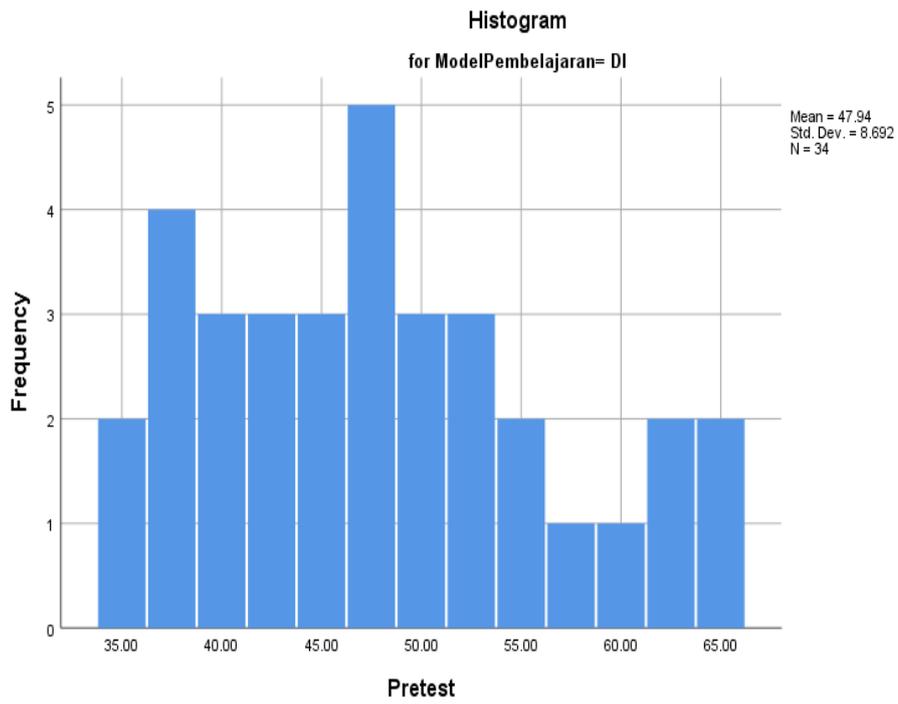
a. Lilliefors Significance Correction

Kriteria pengujian normalitas adalah nilai signifikansi statistik data Kolmogorov-Smirnov serta Shapiro-Wilk lebih besar dari ambang batas signifikansi (sig. >0,05) untuk masing-masing kelompok perlakuan. Mengacu pada output SPSS signifikansi data keterampilan berpikir kreatif awal siswa (*pretest*) dan data keterampilan berpikir kreatif (*posttest*) kelompok eksperimen dengan perlakuan PBL maupun kelompok kontrol dengan perlakuan DI lebih dari 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan data berasal dari kelompok dan sampel yang terdistribusi normal.

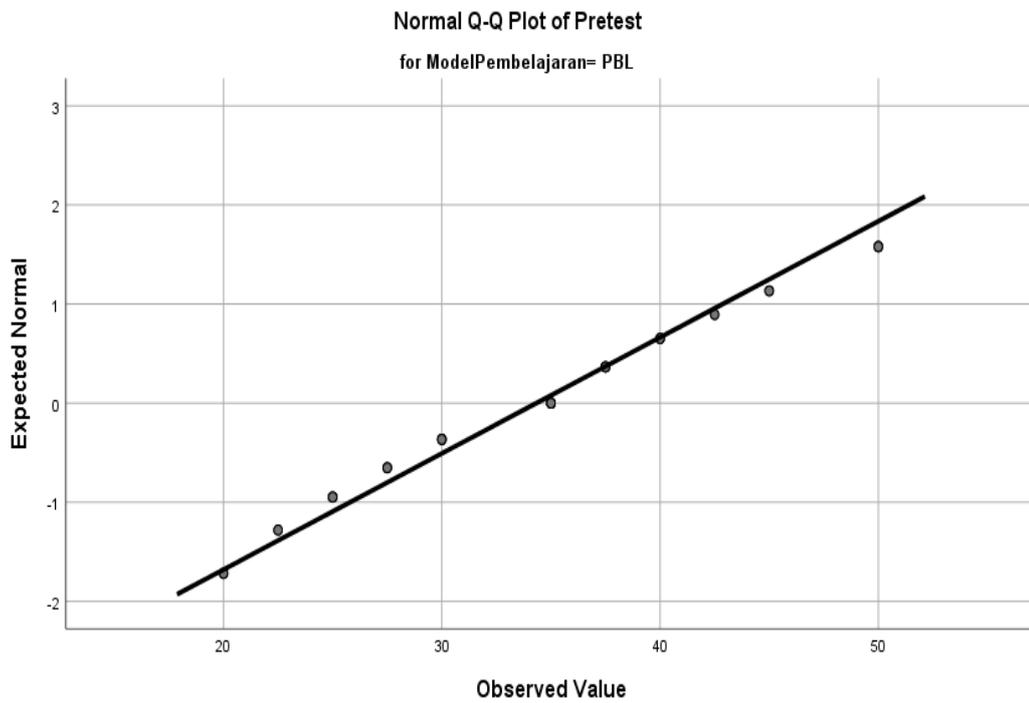
### Pretest

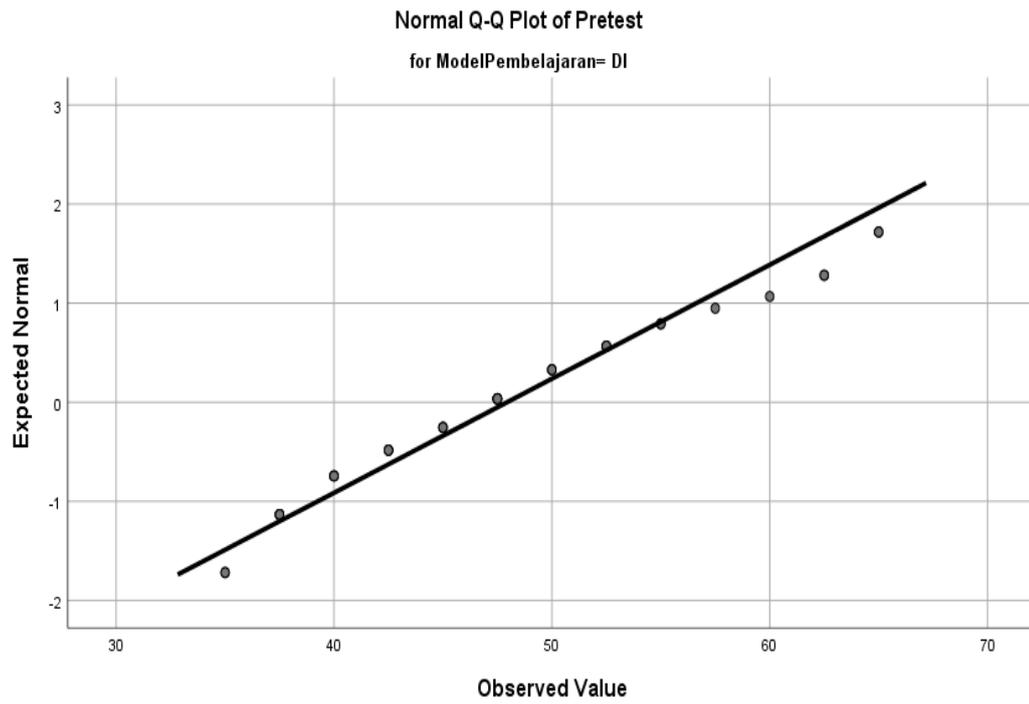
### Histograms



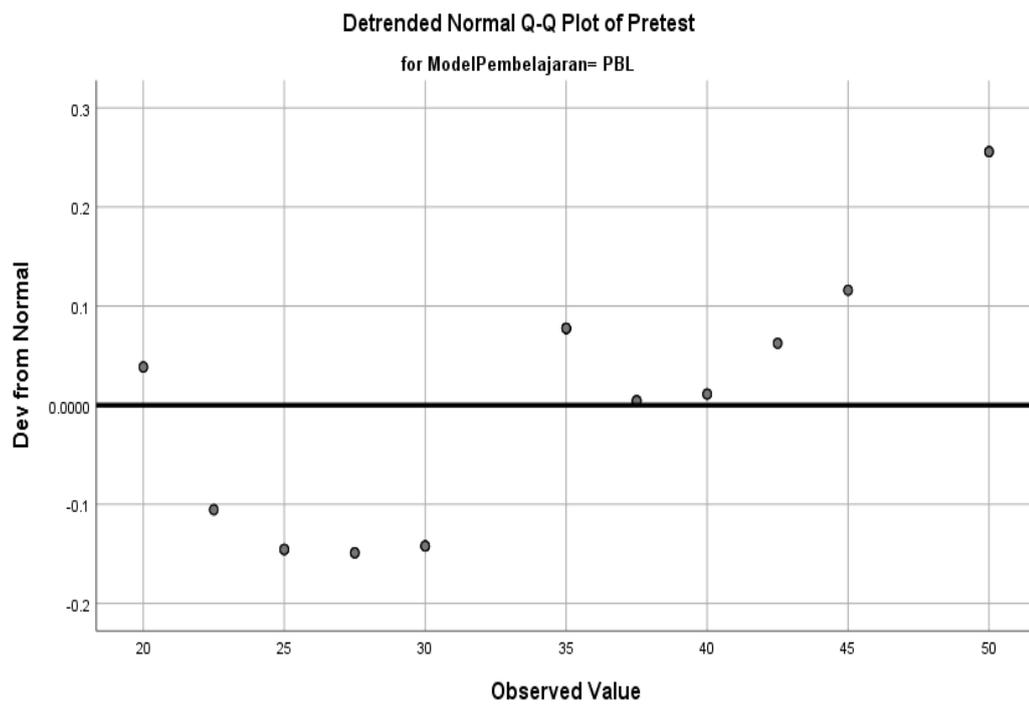


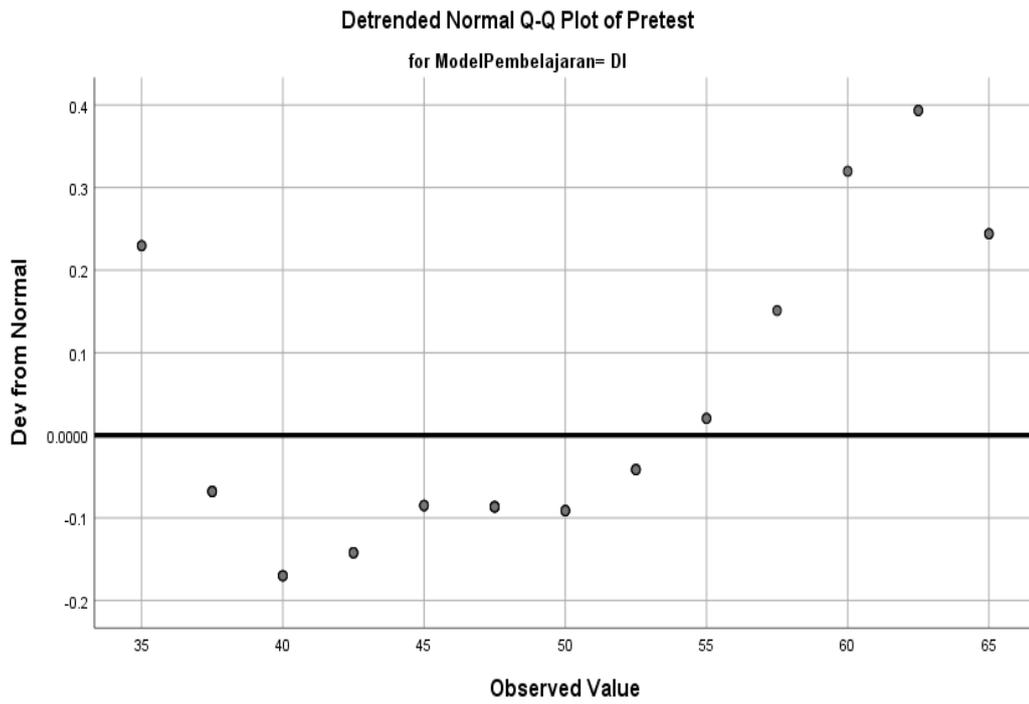
### Normal Q-Q Plots



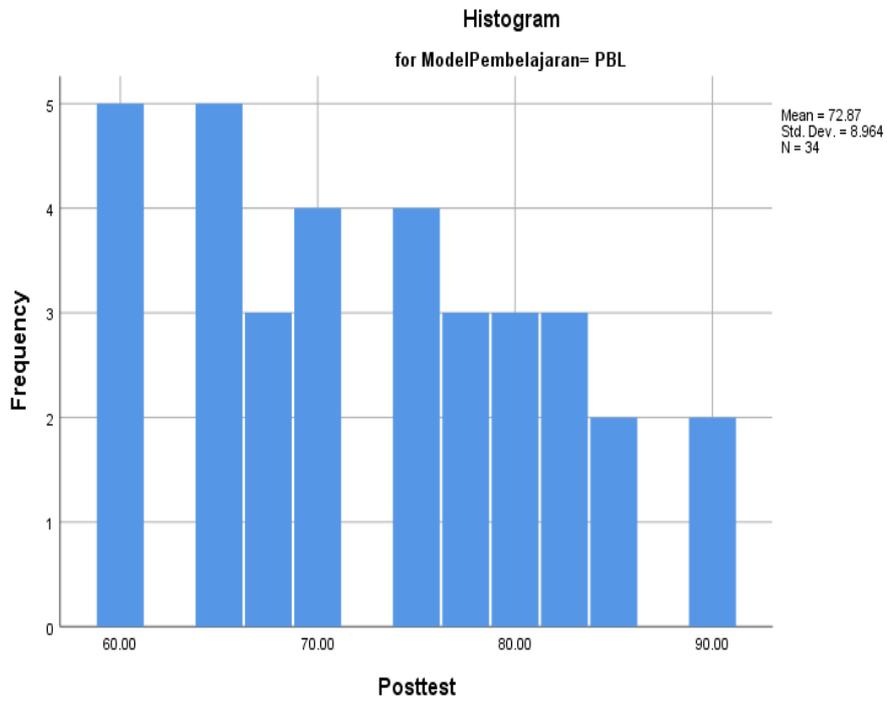


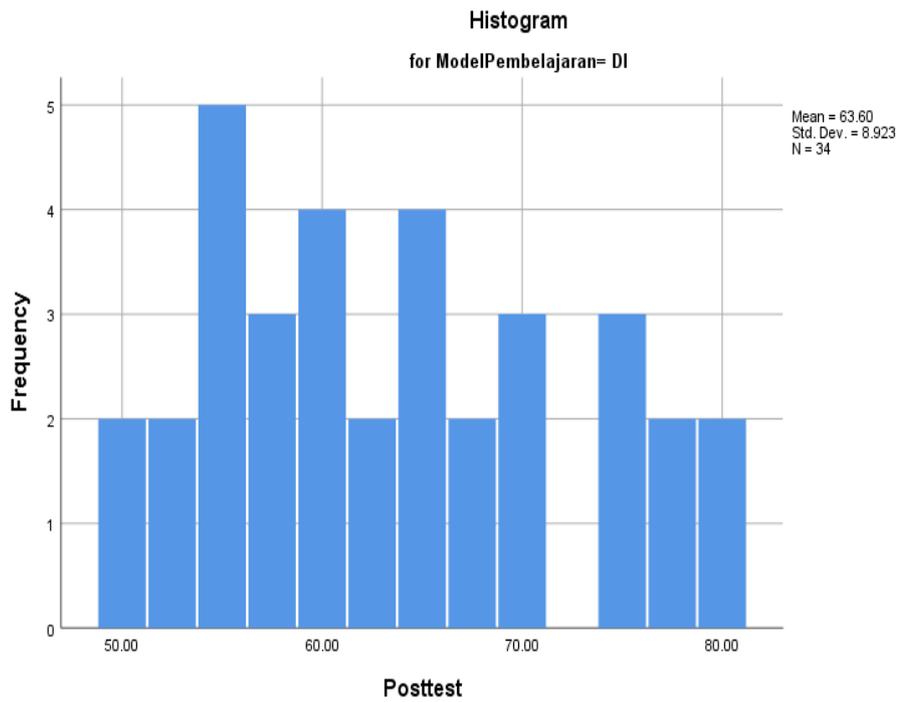
### Detrended Normal Q-Q Plots



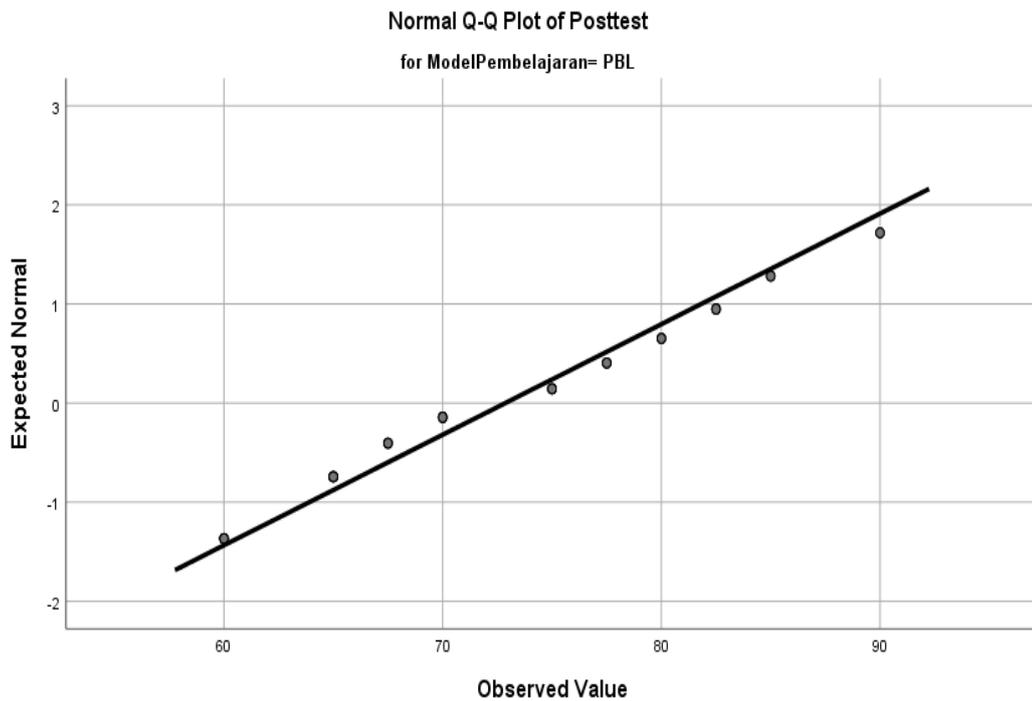


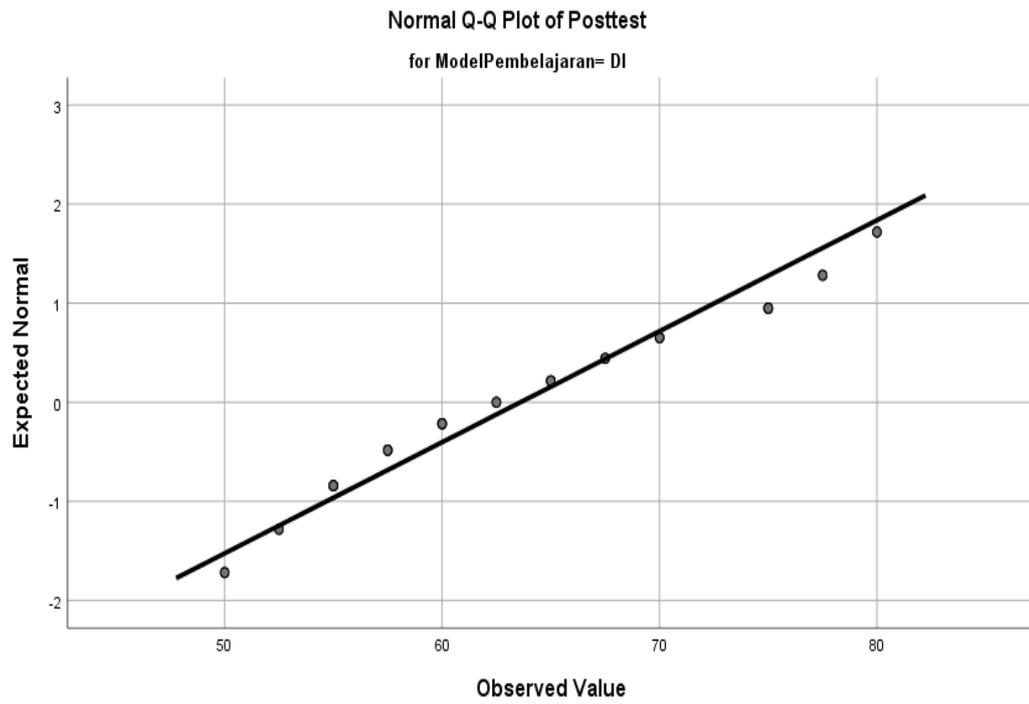
**Posttest**  
**Histograms**



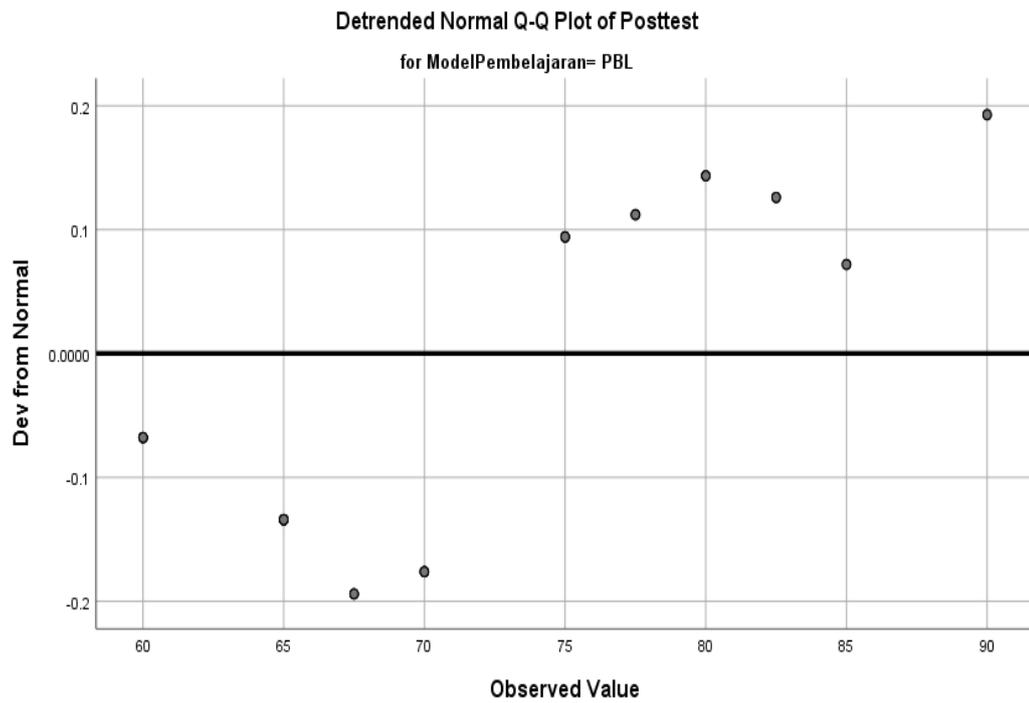


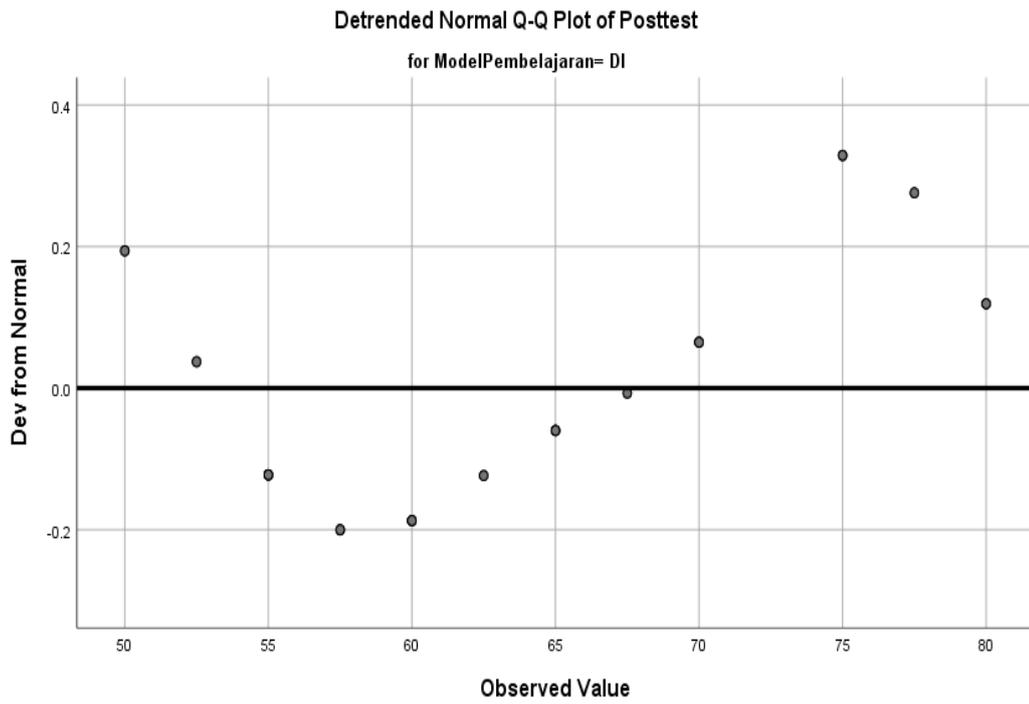
### Normal Q-Q Plots





### Detrended Normal Q-Q Plots





### Lampiran 5.3 Output SPSS Analisis Uji Homogenitas

#### Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.001	1	66	.977
	Based on Median	.004	1	66	.953
	Based on Median and with adjusted df	.004	1	65.950	.953
	Based on trimmed mean	.000	1	66	.988
Posttest	Based on Mean	.044	1	66	.835
	Based on Median	.068	1	66	.795
	Based on Median and with adjusted df	.068	1	65.135	.795
	Based on trimmed mean	.047	1	66	.829

Kriteria pengujian homogenitas adalah nilai signifikansi statistik data lebih besar dari ambang batas signifikansi ( $\text{sig.} > 0,05$ ). Mengacu pada output SPSS, diketahui nilai signifikansi data *pretest* berdasarkan nilai rata-rata (*Based on mean*) yaitu sebesar 0,977, sedangkan data *posttest* sebesar 0,835. Nilai signifikansi data *pretest* maupun *posttest* berdasarkan nilai rata-rata (*Based on mean*) yang didapatkan lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa varian data *pretest* maupun *posttest* antar kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah homogen.

### Lampiran 5. 4 Output SPSS Analisis Uji Linearitas

#### Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest * Pretest	68	98.6%	1	1.4%	69	100.0%

#### Report

Posttest	Mean	N	Std. Deviation
Pretest			
20.00	60.0000	2	.00000
22.50	60.0000	2	.00000
25.00	63.3333	3	2.88675
27.50	65.0000	3	.00000
30.00	68.1250	4	1.25000
35.00	66.8750	8	10.66955
37.50	65.3125	8	12.42388
40.00	67.5000	6	13.69306
42.50	67.5000	5	13.69306
45.00	69.5000	5	13.03840
47.50	63.0000	5	2.09165
50.00	77.0833	6	12.49166
52.50	69.1667	3	1.44338
55.00	72.5000	2	3.53553
57.50	75.0000	1	.
60.00	75.0000	1	.
62.50	77.5000	2	.00000
65.00	80.0000	2	.00000
Total	68.2353	68	10.02849

#### ANOVA Table

			Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Posttest *	Between	(Combined)	6370.944	17	374.761	51.017	.000
Pretest	Groups	Linearity	6299.468	1	6299.468	857.557	.000
		Deviation from Linearity	71.476	16	4.467	.608	.862

Within Groups	367.292	50	7.346		
Total	6738.235	67			

### Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Posttest * Pretest	.967	.935	.972	.945

Kriteria pengujian linieritas dilakukan dengan melihat nilai signifikansi pada jalur *deviation from linearity*, sedangkan untuk melihat keberartian arah regresi dilihat dari nilai signifikansi pada jalur *linearity* (Candiasa, 2010). Jika nilai signifikansi pada jalur *deviation from linearity* lebih besar dari 0,05 maka data dikatakan memiliki regresi linear. Jika nilai signifikansi pada jalur *linearity* lebih kecil dari 0,05 maka koefisien arah regresi berarti. Berdasarkan hasil uji SPSS dapat disimpulkan bahwa data memiliki regresi linear dengan koefisien arah regresi berarti.



### Lampiran 5. 5 Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur

#### Between-Subjects Factors

		Value Label	N
ModelPembelajaran	1.00	PBL	34
	2.00	DI	34

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	6559.977 <sup>a</sup>	2	3279.988	1196.010	.000	.974
Intercept	1912.356	1	1912.356	697.318	.000	.915
Pretest	5100.785	1	5100.785	1859.942	.000	.966
ModelPembelajaran	5546.170	1	5546.170	2022.347	.000	.969
Error	178.259	65	2.742			
Total	323350.000	68				
Corrected Total	6738.235	67				

a. R Squared = .974 (Adjusted R Squared = .973)

Kriteria pengujian ANAKOVA adalah nilai signifikansi yang diperoleh dari perhitungan (sig) lebih kecil dari taraf signifikansi yang ditentukan ( $\alpha=0,05$ ) maka nilai  $F_{hitung}$  yang diperoleh signifikan, yang berarti  $H_A$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Kriteria kedua dengan membandingkan nilai hitung dengan hasil nilai  $F_{tabel}$  pada taraf signifikansi 0,05. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $H_A$  diterima dan  $H_0$  ditolak.

## Lampiran 5. 6 Analisis Uji Lanjut LSD

### 1. Output SPSS Analisis Uji Lanjut LSD

#### Estimates

Dependent Variable: Posttest

ModelPembelajaran	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PBL	79.809 <sup>a</sup>	.326	79.157	80.461
DI	56.662 <sup>a</sup>	.326	56.010	57.314

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 41.1397.

#### Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Posttest

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
PBL	DI	23.147 <sup>*</sup>	.515	.000	22.119	24.175
DI	PBL	-23.147 <sup>*</sup>	.515	.000	-24.175	-22.119

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	5546.170	1	5546.170	2022.347	.000	.969
Error	178.259	65	2.742			

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

### 2. Menghitung Besar Penolakan LSD

Besar penolakan LSD secara manual dengan menggunakan persamaan berikut.

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

$$LSD = t_{\frac{0,05}{2}; 68-2} \sqrt{(2,742) + \frac{1}{34} + \frac{1}{34}}$$

$$LSD = t_{0,025; 66} \sqrt{(2,742) + \frac{1}{34} + \frac{1}{34}}$$

$$\text{Nilai } t_{tabel} = t_{0,025; 66} = 1,997$$

$$LSD = (1,997) \sqrt{(2,742)(0,0588)}$$

$$LSD = (1,997)(0,4015)$$

$$LSD = 0,8018$$

Keterangan:

$\alpha$  = taraf signifikan

$N$  = jumlah sampel total

$a$  = jumlah kelompok

$MS_E$  = mean square error

$n_i, n_j$  = jumlah sampel kelompok

Diperoleh bahwa  $\Delta\mu^* = 23,147$  lebih besar dari nilai LSD yang besarnya 0,8018, sehingga secara empiris dapat dibuktikan bahwa terdapat perbedaan keterampilan berpikir kreatif siswa yang belajar dengan model *problem based learning* memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan menggunakan model pembelajaran *direct instruction*. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *problem based learning* berpengaruh relatif lebih baik terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa dibandingkan dengan model pembelajaran *direct instruction*.

**LAMPIRAN VI**  
**DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN**



Lampiran 6.1 Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Instrumen

Lampiran 6.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



### Lampiran 6. 1 Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Instrumen



## Lampiran 6. 2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

### *Pretest* Kelompok Eksperimen



*Pretest Kelompok Kontrol*



## Kegiatan Pembelajaran Kelompok Eksperimen





## Kegiatan Pembelajaran Kelompok Kontrol



*Posttest* Kelompok Eksperimen



*Posttest* Kelompok Kontrol



**LAMPIRAN VII**  
**SURAT ADMINISTRASI PENELITIAN**



Lampiran 7.1 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Coba Instrumen

Lampiran 7.2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian



## Lampiran 7. 1 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Coba Instrumen



### SURAT KETERANGAN UJI COBA INSTRUMEN Nomor : B.10.400.7.22.1/1771/SMAN1SELAT/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Plt. Kepala SMA Negeri 1 Selat menerangkan bahwa :

Nama	: Ni Ketut Sidiratni Adnyaningsih
NIM	: 2113021003
Semester	: VIII
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Prodi	: Pendidikan Fisika

Telah melakukan Uji Coba Instrumen dan memperoleh data yang diperlukan di SMA Negeri 1 Selat, berkenaan dengan penyusunan Skripsi dengan Judul Penelitian Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika Siswa

Demikian surat keterangan ini kami buat, untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Selat, 5 Mei 2025

Plt. Kepala SMA Negeri 1 Selat



**I WAYAN NURASA, S.Pd., M.Ag**

NIP. 19680424 199103 1 011

**Lampiran 7. 2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian**



**SURAT KETERANGAN SELESAI MELAKUKAN PENELITIAN**  
 Nomor : B.10.400.7.22.1/1770/SMAN1SELAT/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Plt. Kepala SMA Negeri 1 Selat menerangkan bahwa :

Nama : Ni Ketut Sidiratni Adnyaningsih  
 NIM : 2113021003  
 Semester : VIII  
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
 Prodi : Pendidikan Fisika

Telah melakukan penelitian dan memperoleh data yang diperlukan di SMA Negeri 1 Selat, berkenaan dengan penyusunan Skripsi dengan Judul Penelitian Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika Siswa

Demikian surat keterangan ini kami buat, untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Selat, 5 Mei 2025  
 Plt. Kepala SMA Negeri 1 Selat  
  
**I WAYAN NURASA, S.Pd., M.Ag**  
 NIP. 19680424 199103 1 011