



LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

INSTRUMEN PENELITIAN

Lampiran 1. 1 Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

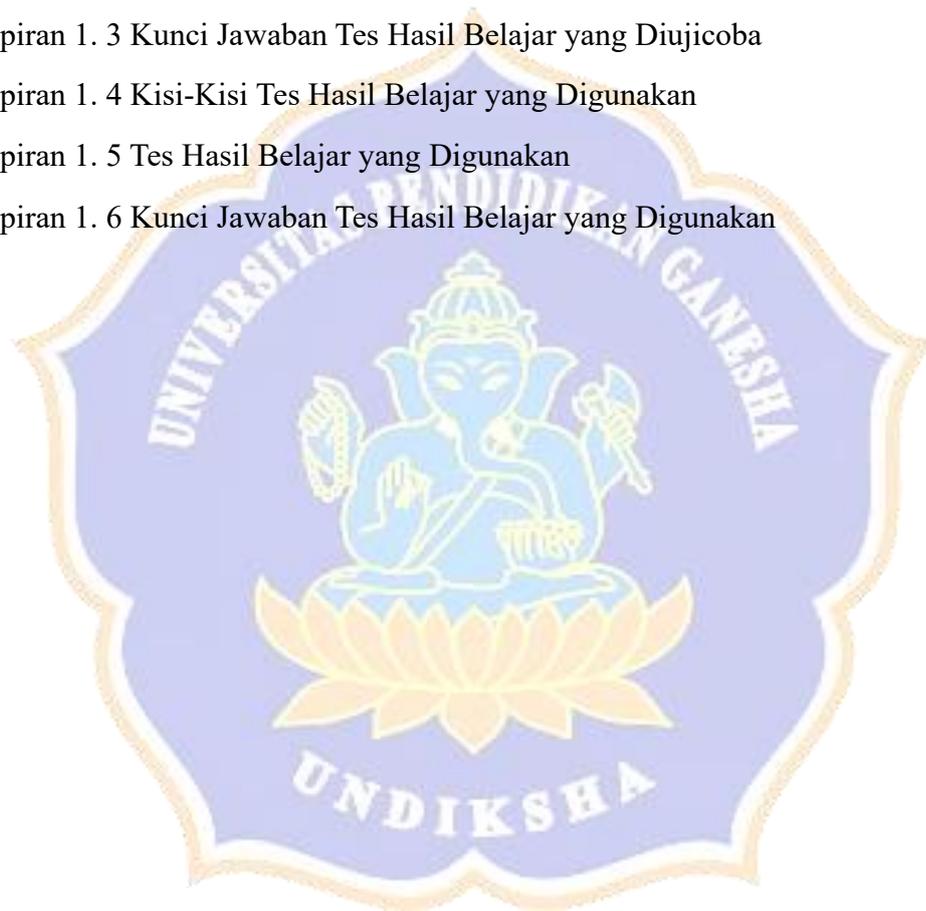
Lampiran 1. 2 Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

Lampiran 1. 3 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

Lampiran 1. 4 Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar yang Digunakan

Lampiran 1. 5 Tes Hasil Belajar yang Digunakan

Lampiran 1. 6 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar yang Digunakan



Lampiran 1. 1 Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

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 : 20 Soal

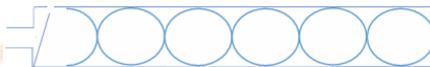
Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
Siswa dapat menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	Menerapkan karakteristik gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.	1. Seorang pemain gitar menekan senar pada fret tertentu dan memperhatikan bahwa nada yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan saat senar tidak ditekan. Berdasarkan fenomena ini, faktor utama apa yang menyebabkan perubahan frekuensi bunyi tersebut.... A. Panjang senar yang bergetar B. Amplitudo gelombang bunyi C. Kecepatan rambat gelombang bunyi di udara D. Resonansi udara di dalam tubuh gitar E. Jenis kayu yang digunakan pada gitar	C3
		2. Putu sedang mengamati sekelompok seniman yang memainkan berbagai alat musik. Ia memperhatikan adanya perbedaan tinggi-rendah nada serta kuat-lemahnya bunyi dari masing-masing alat musik yang dimainkan. Berdasarkan pengamatan tersebut, analisislah faktor yang memengaruhi tinggi	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>rendahnya nada dan kuat lemahnya bunyi, lalu pilih pernyataan yang paling tepat menjelaskan fenomena tersebut....</p> <p>A. Nada bunyi dipengaruhi intensitas alat musik, dan kuat bunyi dipengaruhi frekuensi.</p> <p>B. Nada bunyi dipengaruhi oleh frekuensi, kuat bunyi dipengaruhi oleh amplitudo</p> <p>C. Nada bunyi dipengaruhi oleh amplitudo, kuat bunyi dipengaruhi oleh amplitudo</p> <p>D. Nada bunyi dipengaruhi oleh frekuensi, kuat bunyi dipengaruhi oleh intensitas.</p> <p>E. Nada bunyi dipengaruhi oleh panjang gelombang, kuat bunyi dipengaruhi oleh frekuensi.</p>	
	Menentukan cepat rambat gelombang bunyi dalam berbagai medium	<p>3. Suatu gelombang bunyi merambat dalam logam yang memiliki modulus Young sebesar $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenis 17500 kg/m^3. Tentukan cepat rambat bunyi dalam logam....</p> <p>A. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>B. $4 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>C. $5 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>D. $8 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>E. $10 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>4. Untuk mengevakuasi korban pesawat Lion Air Boeing 737 di kepulauan seribu tim SAR menggunakan alat sonar, selang waktu yang dicatat oleh sonar</p>	C3
			C3

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>untuk gelombang merambat sampai kembali ke sonar adalah 2,5 sekon. Jika kedalaman laut 4.200 m, tentukan cepat rambat bunyi didalam air laut....</p> <p>A. 2100 m/s B. 2000 m/s C. 2680 m/s D. 840 m/s E. 3360 m/s</p>	
		<p>5. cepat rambat gelombang bunyi dalam air adalah 1500m/s. Jika massa jenis udara adalah 1000 kg/m^3, maka nilai modulus Bulk air adalah ...</p> <p>A. $2,25 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ B. $2,25 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ C. $2,25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ D. $2,25 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ E. $2,25 \times 10^{12} \text{ N/m}^2$</p>	C3
	Menerapkan fenomena Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari	<p>6. Perhatikan pernyataan berikut ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Suara sirene ambulans terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh. 2. Suara kereta api terdengar sama oleh penumpang di dalam dan orang yang berdiri di peron. 3. Suara klakson mobil terdengar lebih rendah oleh pejalan kaki saat mobil sudah lewat. 4. Frekuensi bunyi yang diterima pengamat berubah akibat perbedaan kecepatan sumber dan pengamat. 5. Bunyi petir terdengar beberapa saat setelah kilat terlihat saat hujan deras. 	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>Pernyataan yang merupakan bukti nyata terjadinya efek doppler adalah...</p> <p>A. 1, 2, dan 5 B. 1, 3, dan 4 C. 2, 3, dan 5 D. 1, 4, dan 5 E. 3, 4, dan 5</p>	
		<p>7. Sebuah mobil Satgas Covid-19 yang membawa pasien sedang membunyikan sirene dengan frekuensi f bergerak dengan laju i berlawanan arah menjauhi pengendara sepeda motor yang bergerak dengan laju s. Jika cepat rambat bunyi di udara k, maka frekuensi yang didengar pengendara sepeda motor a bila dinyatakan dengan f, i, k, dan s adalah...</p> <p>A. $a = \frac{k+s}{k-i} f$ B. $a = \frac{k-s}{k-i} f$ C. $a = \frac{k+i}{k+i} f$ D. $a = \frac{k-i}{k} f$ E. $a = \frac{k+s}{k} f$</p>	C4
		<p>8. Seorang pengamat bergerak mendekati sumber bunyi yang diam dengan kecepatan 10 m/s. Jika frekuensi sumber bunyi sebesar 3400 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Maka besar frekuensi yang diterima oleh pengamat tersebut adalah...</p> <p>A. 1000 Hz B. 1500 Hz C. 2000 Hz D. 2500 Hz E. 3500 Hz</p>	C3

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif																														
		<p>9. Perhatikan tabel berikut :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Frekuensi sumber (Hz)</th> <th>Kecepatan Sumber</th> <th>Kecepatan Pendengar</th> <th>Frekuensi Pendengar (Hz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>250</td> <td>Mendekat dengan 40 m/s</td> <td>Menjauhi dengan 20 m/s</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>250</td> <td>Menjauhi dengan 30 m/s</td> <td>Mendekat dengan 30 m/s</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>500</td> <td>Mendekat dengan 20 m/s</td> <td>Menjauhi dengan 30 m/s</td> <td>563</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>500</td> <td>Mendekat dengan 20 m/s</td> <td>Menjauhi dengan 30 m/s</td> <td>484</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>500</td> <td>Menjauhi dengan 20 m/s</td> <td>Mendekat dengan 30 m/s</td> <td>514</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data diatas, keadaan yang memenuhi Efek Doppler adalah....</p> <p>A. 1,2 dan 3 B. 1,3 dan 5 C. 2,3 dan 4 D. 2,4 dan 5 E. 3,4 dan 5</p>	No	Frekuensi sumber (Hz)	Kecepatan Sumber	Kecepatan Pendengar	Frekuensi Pendengar (Hz)	1	250	Mendekat dengan 40 m/s	Menjauhi dengan 20 m/s	210	2	250	Menjauhi dengan 30 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	250	3	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauhi dengan 30 m/s	563	4	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauhi dengan 30 m/s	484	5	500	Menjauhi dengan 20 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	514	C4
No	Frekuensi sumber (Hz)	Kecepatan Sumber	Kecepatan Pendengar	Frekuensi Pendengar (Hz)																													
1	250	Mendekat dengan 40 m/s	Menjauhi dengan 20 m/s	210																													
2	250	Menjauhi dengan 30 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	250																													
3	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauhi dengan 30 m/s	563																													
4	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauhi dengan 30 m/s	484																													
5	500	Menjauhi dengan 20 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	514																													
	Menentukan bunyi pada dawai dan pipa organa	<p>10. Sebuah senar dengan massa 20 gram dan panjang 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 Newton. Jika senar tersebut bergetar pada nada dasar, berapakah frekuensi getarannya....</p> <p>A. 50 Hz B. 100 Hz C. 150 Hz D. 200 Hz E. 300 Hz</p>	C3																														
		<p>11. Untuk menghasilkan suara yang jernih dan sesuai nada pada alat musik tiup seperti pipa organa, diperlukan pengaturan panjang kolom udara secara tepat. Langkah paling tepat yang dapat dilakukan agar alat musik menghasilkan nada yang lebih tinggi adalah...</p> <p>A. Memperpanjang pipa organa B. Menambah jumlah lubang pada pipa C. Menambah jumlah lubang pada pipa</p>	C3																														

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>D. Memperpendek panjang pipa</p> <p>E. Memperbesar ruang resonansi pada pipa</p>	
		<p>12. Ini adalah gambar gelombang bunyi yang terperangkap dalam sebuah pipa dengan panjang 200 cm</p>  <p>Frekuensi bunyi yang akan terdengar adalah...Hz ($v = 340\text{m/s}$)</p> <p>A. 42,5</p> <p>B. 116,8</p> <p>C. 297,5</p> <p>D. 340</p> <p>E. 510</p>	C4
	Mengemukakan fenomena resonansi dalam berbagai aplikasi kehidupan sehari-hari dan dampaknya terhadap getaran suatu sistem	<p>13. Sebuah garpu tala mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 680 Hz. Bunyi tersebut merambat melalui kolom udara pada tabung yang berisi air. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, maka panjang kolom udara pada tabung agar terjadi resonansi pertama adalah...</p> <p>A. 0,125 m</p> <p>B. 0,375 m</p> <p>C. 0,55 m</p> <p>D. 0,856 m</p> <p>E. 1 m</p>	C3
		<p>14. Pembangunan gedung konser musik tanpa mempertimbangkan desain akustik ruangan dapat menyebabkan terjadinya resonansi yang tidak terkendali. Hal ini dapat mengakibatkan...</p>	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>A. Gelombang bunyi diserap sempurna oleh dinding ruangan</p> <p>B. Bunyi terdengar lebih jelas dan merata di seluruh ruangan</p> <p>C. Suara menjadi semakin nyaring dan mengganggu kenyamanan pendengar</p> <p>D. Gelombang bunyi berhenti merambat dalam ruangan tertutup</p> <p>E. Penurunan intensitas suara akibat interferensi</p>	
	Menghitung pembentukan pelayangan akibat interferensi dua gelombang dengan frekuensi yang hampir sama	<p>15. Jika dua buah sumber bunyi masing-masing dengan frekuensi 2.000 Hz dan 2.008 Hz berbunyi dengan serentak, maka akan timbul pelayangan bunyi dengan frekuensi....</p> <p>A. 2 Hz</p> <p>B. 4 Hz</p> <p>C. 8 Hz</p> <p>D. 10 Hz</p> <p>E. 12 Hz</p>	C3
	Menganalisis hubungan antara intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi	<p>16. Pada jarak 3 meter dari sumber ledakan, terdengar bunyi dengan intensitas taraf 50 dB. Pada jarak 30 meter dari sumber ledakan terdengar daratan menjadi sebesar....</p> <p>A. 10 dB</p> <p>B. 20 dB</p> <p>C. 30 dB</p> <p>D. 40 dB</p> <p>E. 50 dB</p>	C4
		<p>17. Sebuah sumber bunyi mengirim gelombang bunyi dengan daya keluaran 120 W. Besar intensitas bunyi pada</p>	C3

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>jarak 40 cm dari sumber adalah....</p> <p>A. $187,5 \pi W/m^2$</p> <p>B. $0,018 \pi W/m^2$</p> <p>C. $1,875 \pi W/m^2$</p> <p>D. $0,59 \pi W/m^2$</p> <p>E. $5,97 \pi W/m^2$</p>	
	<p>Menganalisis karakteristik gelombang cahaya dan spektrumnya</p>	<p>18. Saat cahaya putih melewati prisma, perbedaan sudut pembiasan tiap warna menyebabkan spektrum warna muncul. Analisis apa yang terjadi jika prisma diganti dengan medium yang indeks biasnya seragam untuk semua panjang gelombang....</p> <p>A. Spektrum warna tetap muncul karena cahaya putih tetap terurai</p> <p>B. Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibias dengan sudut yang sama</p> <p>C. Spektrum warna berubah menjadi lebih banyak warna</p> <p>D. Semua warna dipantulkan keluar prisma</p> <p>E. Cahaya menjadi gelombang berdiri</p>	C4
		<p>19. Seorang guru meminta siswa untuk melakukan percobaan sederhana dengan menggunakan senter, sebuah benda buram, dan layar putih. Siswa diminta mengarahkan cahaya senter ke benda buram sehingga terbentuk bayangan pada layar. Setelah itu, guru meminta siswa menentukan perubahan yang terjadi pada</p>	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>bayangan jika benda diganti dengan benda yang lebih kecil. Manakah jawaban yang paling tepat berdasarkan konsep gelombang Cahaya....</p> <p>A. Bayangan akan menjadi lebih tajam karena benda lebih kecil memblokir lebih sedikit Cahaya</p> <p>B. Bayangan akan menjadi lebih besar karena cahaya menyebar setelah melewati benda</p> <p>C. Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil</p> <p>D. Bayangan akan tetap sama karena tidak ada pengaruh ukuran benda terhadap bayangan</p> <p>E. Bayangan akan menghilang karena benda terlalu kecil untuk menghalangi cahaya</p>	
	Menentukan hubungan antara lebar celah dan pola difraksi cahaya yang terbentuk.	<p>20. Celah tunggal mempunyai lebar 0,2 mm disinari cahaya monokromatik dan pada layar sejauh 2 meter dari celah, dapat diamati berbagai jalur, terang dan gelap hasil difraksi. Jika jarak antara garis gelap kedua dan garis terang utama adalah 8 mm, panjang gelombang cahaya tersebut adalah....</p> <p>A. 4 nm</p> <p>B. 40 nm</p> <p>C. 400 nm</p> <p>D. 4000 nm</p> <p>E. 40000 nm</p>	C3
	Mengemukakan dan menganalisis	<p>21. Pada percobaan Young digunakan Di celah ganda yang terpisah pada jarak 0,063 mm</p>	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
	peristiwa interferensi cahaya	<p>sedangkan pola gelap terangnya diamati pada layar yang berjarak 4 m dibelakang celah. Jika pada percobaan tersebut digunakan cahaya laser dengan panjang gelombang 630 nm maka jarak antara pola gelap pertama di sebelah kanan dan kiri adalah ...</p> <p>A. 2 B. 3 C. 4 D. 5 E. 6</p>	
		<p>22. Percobaan interferensi Young dilakukan pada dua celah dengan jarak 1 mm, $L=1\text{ m}$ dan panjang gelombnagnya 4000Å. Jarak terang orde ke 1 dan ke 4 berturut-turut adalah...mm</p> <p>A. 0,2 dan 0,8 B. 0,3 dan 0,9 C. 0,4 dan 1,2 D. 0,4 dan 0,8 E. 0,4 dan 1,6</p>	C4
	Menerapkan konsep polarisasi dalam kehidupan sehari-hari	<p>23. Seorang pengendara motor mengeluh karena sering terganggu oleh silau yang muncul saat berkendara di siang hari, terutama ketika melewati jalanan aspal yang panas. Ia berencana membeli kacamata untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan prinsip polarisasi cahaya, jenis kacamata seperti apa yang sebaiknya ia pilih untuk mengurangi silau secara efektif....</p> <p>A. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan</p>	

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>terpolarisasi secara horizontal</p> <p>B. Kacamata dengan lensa berwarna terang agar terlihat lebih nyaman</p> <p>C. Kacamata dengan lensa cembung untuk memfokuskan cahaya ke retina</p> <p>D. Kacamata dengan lensa biasa yang menyerap cahaya secara umum</p> <p>E. Kacamata transparan agar semua cahaya bisa terlihat jelas</p>	
		<p>24 Dua keping polarisator disusun sejajar dengan sumbu transmisi pula. Cahaya alami (tak yang masuk ke susunan polarisator itu akan mengalami penurunan 75% jika polarisator diputar ... derajat</p> <p>A. 30°</p> <p>B. 35°</p> <p>C. 40°</p> <p>D. 45°</p> <p>E. 50°</p>	C4
		<p>25. Sudut polarisasi suatu zat jika perbandingan indeks bias medium cahaya bias dengan indeks bias cahaya datang $\sqrt{3}$ adalah....</p> <p>A. 30°</p> <p>B. 37°</p> <p>C. 45°</p> <p>D. 53°</p> <p>E. 60°</p>	C3

Lampiran 1. 2 Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

Kelas/Semester : XI/II
 Mata Pelajaran : Fisika
 Alokasi Waktu : 1 JP
 Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

Petunjuk 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!

Kerjakan soal berikut dengan jawaban yang tepat

1. Seorang pemain gitar menekan senar pada fret tertentu dan memperhatikan bahwa nada yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan saat senar tidak ditekan. Berdasarkan fenomena ini, faktor utama apa yang menyebabkan perubahan frekuensi bunyi tersebut....
 - A. Panjang senar yang bergetar
 - B. Amplitudo gelombang bunyi
 - C. Kecepatan rambat gelombang bunyi di udara
 - D. Resonansi udara di dalam tubuh gitar
 - E. Jenis kayu yang digunakan pada gitar
2. Putu sedang mengamati sekelompok seniman yang memainkan berbagai alat musik. Ia memperhatikan adanya perbedaan tinggi-rendah nada serta kuat-lemahnya bunyi dari masing-masing alat musik yang dimainkan. Berdasarkan pengamatan tersebut, analisislah faktor yang memengaruhi tinggi rendahnya nada dan kuat lemahnya bunyi, lalu pilih pernyataan yang paling tepat menjelaskan fenomena tersebut....
 - A. Nada bunyi dipengaruhi intensitas alat musik, dan kuat bunyi dipengaruhi frekuensi.
 - B. Nada bunyi dipengaruhi oleh frekuensi, kuat bunyi dipengaruhi oleh amplitudo
 - C. Nada bunyi dipengaruhi oleh amplitudo, kuat bunyi dipengaruhi oleh amplitudo
 - D. Nada bunyi dipengaruhi oleh frekuensi, kuat bunyi dipengaruhi oleh intensitas.
 - E. Nada bunyi dipengaruhi oleh panjang gelombang, kuat bunyi dipengaruhi oleh frekuensi.
3. Suatu gelombang bunyi merambat dalam logam yang memiliki modulus Young sebesar $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenis 17500 kg/m^3 . Tentukan cepat rambat bunyi dalam logam....

- A. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$
 B. $4 \times 10^3 \text{ m/s}$
 C. $5 \times 10^3 \text{ m/s}$
 D. $8 \times 10^3 \text{ m/s}$
 E. $10 \times 10^3 \text{ m/s}$
4. Untuk mengevakuasi korban pesawat Lion Air Boeing 737 di kepulauan seribu tim SAR menggunakan alat sonar, selang waktu yang dicatat oleh sonar untuk gelombang merambat sampai kembali ke sonar adalah 2,5 sekon. Jika kedalaman laut 4.200 m, tentukan cepat rambat bunyi di dalam air laut....
 A. 2100 m/s
 B. 2000 m/s
 C. 2680 m/s
 D. 840 m/s
 E. 3360 m/s
5. Cepat rambat gelombang bunyi dalam air adalah 1500 m/s. Jika massa jenis udara adalah 1000 kg/m^3 , maka nilai modulus Bulk air adalah ...
 A. $2,25 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
 B. $2,25 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
 C. $2,25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
 D. $2,25 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
 E. $2,25 \times 10^{12} \text{ N/m}^2$
6. Perhatikan pernyataan berikut ini:
 1. Suara sirene ambulans terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh.
 2. Suara kereta api terdengar sama oleh penumpang di dalam dan orang yang berdiri di peron.
 3. Suara klakson mobil terdengar lebih rendah oleh pejalan kaki saat mobil sudah lewat.
 4. Frekuensi bunyi yang diterima pengamat berubah akibat perbedaan kecepatan sumber dan pengamat.
 5. Bunyi petir terdengar beberapa saat setelah kilat terlihat saat hujan deras.
 Pernyataan yang merupakan bukti nyata terjadinya efek doppler adalah...
 A. 1, 2, dan 5
 B. 1, 3, dan 4
 C. 2, 3, dan 5
 D. 1, 4, dan 5
 E. 3, 4, dan 5
7. Sebuah mobil Satgas Covid-19 yang membawa pasien sedang membunyikan sirene dengan frekuensi f bergerak dengan laju i berlawanan arah menjauhi pengendara sepeda motor yang bergerak dengan laju s . Jika cepat rambat bunyi di udara k , maka frekuensi yang didengar pengendara sepeda motor adalah a bila dinyatakan dengan f , i , k , dan s adalah...
 A. $a = \frac{k+s}{k-i} f$
 B. $a = \frac{k-s}{k-i} f$
 C. $a = \frac{k+i}{k+i} f$

$$D. a = \frac{k-i}{k} f$$

$$E. a = \frac{k+s}{k} f$$

8. Seorang pengamat bergerak mendekati sumber bunyi yang diam dengan kecepatan 10 m/s. Jika frekuensi sumber bunyi sebesar 3400 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Maka besar frekuensi yang diterima oleh pengamat tersebut adalah...
- 1000 Hz
 - 1500 Hz
 - 2000 Hz
 - 2500 Hz
 - 3500 Hz

9. Perhatikan tabel berikut :

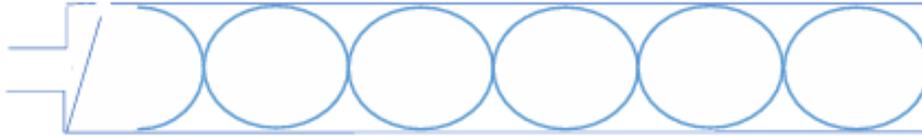
No	Frekuensi sumber (Hz)	Kecepatan Sumber	Kecepatan Pendengar	Frekuensi Pendengar (Hz)
1	250	Mendekat dengan 40 m/s	Menjauhi dengan 20 m/s	210
2	250	Menjauh dengan 30 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	250
3	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauh dengan 30 m/s	563
4	500	Mendekat dengan 20 m/s	Menjauh dengan 30 m/s	484
5	500	Menjauh dengan 20 m/s	Mendekat dengan 30 m/s	514

Berdasarkan data diatas, keadaan yang memenuhi Efek Doppler adalah....

- 1,2 dan 3
 - 1,3 dan 5
 - 2,3 dan 4
 - 2,4 dan 5
 - 3,4 dan 5
10. Sebuah senar dengan massa 20 gram dan panjang 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 Newton. Jika senar tersebut bergetar pada nada dasar, berapakah frekuensi getarannya....
- 50 Hz
 - 100 Hz
 - 150 Hz
 - 200 Hz
 - 300 Hz
11. Untuk menghasilkan suara yang jernih dan sesuai nada pada alat musik tiup seperti pipa organa, diperlukan pengaturan panjang kolom udara secara tepat. Langkah paling tepat yang dapat dilakukan agar alat musik menghasilkan nada yang lebih tinggi adalah...
- Memperpanjang pipa organa
 - Menambah jumlah lubang pada pipa

- C. Menambah jumlah lubang pada pipa
- D. Memperpendek panjang pipa
- E. Memperbesar ruang resonansi pada pipa

12. Ini adalah gambar gelombang bunyi yang terperangkap dalam sebuah pipa dengan panjang 200 cm



Frekuensi bunyi yang akan terdengar adalah...Hz ($v = 340\text{m/s}$)

- A. 42,5
 - B. 116,8
 - C. 297,5
 - D. 340
 - E. 510
13. Sebuah garpu tala mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 680 Hz. Bunyi tersebut merambat melalui kolom udara pada tabung yang berisi air. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, maka panjang kolom udara pada tabung agar terjadi resonansi pertama adalah....
- A. 0,125 m
 - B. 0,375 m
 - C. 0,55 m
 - D. 0,856 m
 - E. 1 m
14. Pembangunan gedung konser musik tanpa mempertimbangkan desain akustik ruangan dapat menyebabkan terjadinya resonansi yang tidak terkendali. Hal ini dapat mengakibatkan...
- A. Gelombang bunyi diserap sempurna oleh dinding ruangan
 - B. Bunyi terdengar lebih jelas dan merata di seluruh ruangan
 - C. Suara menjadi semakin nyaring dan mengganggu kenyamanan pendengar
 - D. Gelombang bunyi berhenti merambat dalam ruangan tertutup
 - E. Penurunan intensitas suara akibat interferensi
15. Jika dua buah sumber bunyi masing-masing dengan frekuensi 2.000 Hz dan 2.008 Hz berbunyi dengan serentak, maka akan timbul pelayangan bunyi dengan frekuensi....
- A. 2 Hz
 - B. 4 Hz
 - C. 8 Hz
 - D. 10 Hz
 - E. 12 Hz
16. Pada jarak 3 meter dari sumber ledakan, terdengar bunyi dengan intensitas taraf 50 dB. Pada jarak 30 meter dari sumber ledakan terdengar daratan menjadi sebesar....

- A. 10 dB
 B. 20 dB
 C. 30 dB
 D. 40 dB
 E. 50 dB
17. Sebuah sumber bunyi mengirim gelombang bunyi dengan daya keluaran 120 W. Besar intensitas bunyi pada jarak 40 cm dari sumber adalah....
 A. $187,5 \pi W/m^2$
 B. $0,018 \pi W/m^2$
 C. $1,875 \pi W/m^2$
 D. $0,59 \pi W/m^2$
 E. $5,97 \pi W/m^2$
18. Saat cahaya putih melewati prisma, perbedaan sudut pembiasan tiap warna menyebabkan spektrum warna muncul. Analisis apa yang terjadi jika prisma diganti dengan medium yang indeks biasnya seragam untuk semua panjang gelombang....
 A. Spektrum warna tetap muncul karena cahaya putih tetap terurai
 B. Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibiaskan dengan sudut yang sama
 C. Spektrum warna berubah menjadi lebih banyak warna
 D. Semua warna dipantulkan keluar prisma
 E. Cahaya menjadi gelombang berdiri
19. Seorang guru meminta siswa untuk melakukan percobaan sederhana dengan menggunakan senter, sebuah benda buram, dan layar putih. Siswa diminta mengarahkan cahaya senter ke benda buram sehingga terbentuk bayangan pada layar. Setelah itu, guru meminta siswa menentukan perubahan yang terjadi pada bayangan jika benda diganti dengan benda yang lebih kecil. Manakah jawaban yang paling tepat berdasarkan konsep gelombang Cahaya....
 A. Bayangan akan menjadi lebih tajam karena benda lebih kecil memblokir lebih sedikit Cahaya
 B. Bayangan akan menjadi lebih besar karena cahaya menyebar setelah melewati benda
 C. Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil
 D. Bayangan akan tetap sama karena tidak ada pengaruh ukuran benda terhadap bayangan
 E. Bayangan akan menghilang karena benda terlalu kecil untuk menghalangi Cahaya
20. Celah tunggal mempunyai lebar 0,2 mm disinari cahaya monokromatik dan pada layar sejauh 2 meter dari celah, dapat diamati berbagai jalur, terang dan gelap hasil difraksi. Jika jarak antara garis gelap kedua dan garis terang utama adalah 8 mm, panjang gelombang cahaya tersebut adalah....
 A. 4 nm
 B. 40 nm

- C. 400 nm
D. 4000 nm
E. 40000 nm
21. Pada percobaan Young digunakan Di celah ganda yang terpisah pada jarak 0,063 mm sedangkan pola gelap terangnya diamati pada layar yang berjarak 4 m dibelakang celah. Jika pada percobaan tersebut digunakan cahaya laser dengan panjang gelombang 630 nm maka jarak antara pola gelap pertama di sebelah kanan dan kiri adalah ...
A. 2
B. 3
C. 4
D. 5
E. 6
22. Percobaan interferensi Young dilakukan pada dua celah dengan jarak 1 mm, $L=1\text{m}$ dan panjang gelombnagnya 4000\AA . Jarak terang orde ke 1 dan ke 4 berturut-turut adalah...mm
A. 0,2 dan 0,8
B. 0,3 dan 0,9
C. 0,4 dan 1,2
D. 0,4 dan 0,8
E. 0,4 dan 1,6
23. Seorang pengendara motor mengeluh karena sering terganggu oleh silau yang muncul saat berkendara di siang hari, terutama ketika melewati jalanan aspal yang panas. Ia berencana membeli kacamata untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan prinsip polarisasi cahaya, jenis kacamata seperti apa yang sebaiknya ia pilih untuk mengurangi silau secara efektif....
A. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan terpolarisasi secara horizontal
B. Kacamata dengan lensa berwarna terang agar terlihat lebih nyaman
C. Kacamata dengan lensa cembung untuk memfokuskan cahaya ke retina
D. Kacamata dengan lensa biasa yang menyerap cahaya secara umum
E. Kacamata transparan agar semua cahaya bisa terlihat jelas
24. Dua keping polarisator disusun sejajar dengan sumbu transmisi. Cahaya alami yang masuk ke susunan polarisator itu akan mengalami penurunan 75% jika polarisator diputar ... derajat
A. 30°
B. 35°
C. 40°
D. 45°
E. 50°
25. Sudut polarisasi suatu zat jika perbandingan indeks bias medium cahaya bias dengan indeks bias cahaya datang $\sqrt{3}$ adalah....
A. 30°

- B. 37°
- C. 45°
- D. 53°
- E. 60°



Lampiran 1. 3 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar yang Diujicoba

Soal	Kunci Jawaban
1	<p>A. Panjang senar yang bergetar Pembahasan : Menekan senar pada fret tertentu dapat memperpendek panjang senar yang bergetar, sehingga meningkatkan frekuensi bunyi yang dihasilkan.</p>
2	<p>B. Nada bunyi dipengaruhi oleh frekuensi, kuat bunyi dipengaruhi oleh amplitude Pembahasan : Nada (tinggi-rendahnya bunyi) ditentukan oleh frekuensi gelombang bunyi, sedangkan kuat-lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudo gelombang bunyi</p>
3	<p>A. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$ Pembahasan : Diketahui : $\rho = 17500 = 1,75 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ Ditanya : $v \dots ?$ hitungan</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $= \sqrt{\frac{7 \times 10^{10}}{1,75 \times 10^4}}$ $= \sqrt{4 \times 10^6}$ $= 2 \times 10^3 \text{ m/s}$
4	<p>E. 3360 m/s Pembahasan : Diketahui : $t = 2,5 \text{ s}$ $h = 4200 \text{ m}$ ditanya : $v \dots ?$ hitungan</p> $h = \frac{vxt}{2} \text{ maka}$ $v = \frac{2h}{t}$ $v = \frac{2h}{t} = \frac{2(4200)\text{m}}{2,5\text{s}} = 3360 \text{ m/s}$
5	<p>C. $2,25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ Pembahasan : Diketahui : $v = 1500 \text{ m/s}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ Ditanya : $B \dots ?$ hitungan</p>

Soal	Kunci Jawaban
	$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$ $1500 = \sqrt{\frac{B}{1000}}$ $1500^2 = \frac{B}{1000}$ $B = 2.25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
6	<p>B. 1, 3, dan 4 Pembahasan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Benar, Suara sirene yang berubah saat mendekat atau menjauh adalah contoh klasik Efek Doppler 2. Salah, Penumpang di kereta dan kereta itu sendiri bergerak bersama, jadi tidak ada perbedaan relatif kecepatan, bukan Efek Doppler. 3. Benar, Suara klakson terdengar lebih rendah saat mobil menjauh, menunjukkan perubahan frekuensi 4. Benar, Ini adalah penjelasan fisik Efek Doppler, yaitu perubahan frekuensi akibat gerakan relatif antara sumber dan pengamat. 5. Salah, Ini adalah perbedaan kecepatan cahaya dan bunyi, bukan Efek Doppler
7	<p>B. $a = \frac{k-s}{k-i} f$ Pembahasan : Diketahui : a: frekuensi pendengar k: cepat rapat bunyi s: laju sepeda motor (pendengar) f: frekuensi sumber bunyi i: laju sumber bunyi maka perumusannya $a = \frac{k-s}{k-i} f$ karena kedua sumber saling menjahui</p>
8	<p>E. 3500 Hz Pembahasan : Diketahui : $v_p = 10 \text{ m/s}$ $f_s = 3400 \text{ Hz}$ $v = 340$ ditanya : $f_p \dots?$ hitungan $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$ $f_p = \frac{340+10}{340-0} 3400$ $f_p = 3500 \text{ Hz}$</p>

Soal	Kunci Jawaban
9	D. 2,4 dan 5
10	<p>B. 100 Hz Pembahasan : Diketahui $m = 20 \text{ g} = 2 \times 10^{-2}$ $l = 1 \text{ m}$ $F = 800 \text{ N}$ Ditanya: f_0....? Jawab :</p> $v = \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $v = \sqrt{\frac{800 \cdot 1}{2 \times 10^{-2}}}$ $v = \sqrt{400} = 200 \text{ m/s}$ $f_n = \frac{n+1}{2L} v$ $f_0 = \frac{0+1}{2 \cdot 1} 200$ $f_0 = 100 \text{ Hz}$
11	<p>D. Memperpendek Panjang pipa Pembahasan : Jika panjang pipa diperpendek, frekuensi getaran udara meningkat, sehingga bunyi yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.</p>
12	<p>A. 42,5 Pembahasan : Diketahui $l = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$ $v = 340 \text{ m s/}$ Ditanya: f_1 hitungan $f_1 = \frac{v}{4l} = \frac{340}{4 \cdot 2} = 42,5$</p>
13	<p>A. 0,125 m Pembahasan : Diketahui : $f = 680 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ Ditanya : L_1....? hitungan</p> $v = \lambda \cdot f$ $340 = \lambda \cdot 680$ $\lambda = \frac{340}{680} = 0,5 \text{ m}$ $L_n = \frac{(2n - 1) \cdot \lambda}{4}$ $L_1 = \frac{(2 \cdot 1 - 1) 0,5}{4}$

Soal	Kunci Jawaban
	$L_1 = \frac{1 \cdot 0,5}{4}$ $L_1 = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ m}$
14	<p>C. Suara menjadi semakin nyaring dan mengganggu kenyamanan pendengar Pembahasan : Dalam ruang tertutup seperti gedung konser, resonansi yang tidak terkendali bisa menyebabkan suara menjadi berlebihan (terlalu nyaring), bergema, atau bergetar, sehingga mengganggu kenyamanan akustik.</p>
15	<p>C. 10 Hz Pembahasan : Diketahui : $f_1 = 2.000$ $f_2 = 2.008$ Ditanya : f_n ? Jawab :</p> $f_n = f_1 - f_2 $ $f_n = 2.000 - 2.008 $ $f_n = -8 $ $f_n = 8 \text{ Hz}$
16	<p>C. 30 dB Pembahasan : Diketahui : $R_1 = 3 \text{ m}$ $R_2 = 30 \text{ m}$ $TI_1 = 50 \text{ dB}$ Ditanya : TI_2? hitungan</p> $TI_2 = TI_1 + 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2$ $= 50 + 10 \log \left(\frac{3}{30} \right)^2$ $= 50 + 10 \log 10^{-2}$ $= 50 - 20$ $= 30 \text{ dB}$
17	<p>A. $187,5 \pi \text{ W/m}^2$ Pembahasan : Diketahui : $P = 120 \text{ W}$ $r = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ Ditanya : I? hitungan</p> $I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$ $\frac{P}{4\pi r^2} = \frac{120 \text{ W}}{4\pi (0,4)^2} = 187,5 \pi \text{ W/m}^2$

Soal	Kunci Jawaban
18	<p>B. Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibias dengan sudut yang sama Pembahasan : Jika indeks bias medium sama untuk semua panjang gelombang, maka semua komponen warna cahaya putih akan mengalami pembiasan dengan sudut yang sama. Karena tidak ada perbedaan sudut pembiasan, cahaya putih tidak terurai menjadi spektrum warna dan tetap tampak seperti cahaya putih biasa.</p>
19	<p>C. Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil Pembahasan : saat benda yang digunakan untuk menghalangi cahaya diganti dengan benda yang lebih kecil, bayangan yang terbentuk pada layar akan menjadi lebih kurang tajam karena efek difraksi cahaya meningkat. Ukuran benda yang kecil menyebabkan cahaya membelok lebih banyak di sekitar tepi benda, sehingga bayangan menjadi lebih kabur..</p>
20	<p>C. 400 nm Diketahui : $d = 0,2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$ $l = 2 \text{ m}$ $n = 2$ $y = 8 \times 10^{-3}$ ditanya λ...? $\sin \theta = \tan \theta = \frac{y}{l}$ $\frac{y}{l} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2}$ $= 4 \times 10^{-3}$ $\lambda = \frac{d \sin \theta}{n}$ $\lambda = \frac{(2 \times 10^{-4})(4 \times 10^{-3})}{2}$ $\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\lambda = 400 \text{ nm}$</p>
21	<p>C. 4 cm Pembahasan Diketahui: $d = 0,063 \text{ mm} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mm}$ $L = 4 \text{ m}$ $\lambda = 630 \text{ nm} = 6,3 \times 10^{-7} \text{ m}$ $n = 1$ ditanya : y...? hitungan jarak antara gelap pertama di sebelah kanan dan gelap di sebelah kiri dapat dihitung sebagai berikut. $\frac{dy}{L} = n\lambda$ $\frac{(6,3 \times 10^{-5})y}{4} = 1(6,3 \times 10^{-7})$ $y = 4 \text{ cm}$</p>

Soal	Kunci Jawaban
22	<p>E. 0,4 dan 1,6 Pembahasan : Diketahui: $L = 1\text{ m}$ $n = 1 \text{ dan } n = 4$ $d = 1\text{ mm} = 1 \times 10^{-3}\text{ m}$ $\lambda = 4000 \times 10^{-10}\text{ m} = 4 \times 10^{-7}\text{ m}$ Ditanya : y_1 dan y_4....? hitungan</p> $y_n = n \frac{\lambda \cdot L}{d}$ $y_1 = 1 \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 1}{1 \times 10^{-3}} = 0,4\text{ mm}$ $y_4 = 4 \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 1}{1 \times 10^{-3}} = 1,6\text{ mm}$ <ul style="list-style-type: none"> • Jarak terang orde ke-1 = 0,4 mm • Jarak terang orde ke-4 = 1,6 mm
23	<p>A. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan terpolarisasi secara horizontal Pembahasan : karena hanya lensa terpolarisasi yang secara ilmiah mampu mengurangi silau akibat cahaya pantulan yang terpolarisasi secara horizontal, sesuai dengan prinsip polarisasi cahaya.</p>
24	<p>D. 45° Pembahasan : Ada cahaya alami yang belum terpolarisasi dilewatkan melalui polarisator, maka bidang getar yang keluar dari bidang polarisator tersebut akan sejajar dengan sumbu transmisi polarisator dan Intensitasnya berkurang menjadi 1/2 dari Intensitas awal. Polarisator berikutnya diputar sehingga membentuk sudut tertentu sehingga</p> $I_1 = \frac{1}{2} I_0$ $I_2 = \frac{1}{4} I_0$ $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$ $\frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$ $\cos^2 \theta = \frac{1}{2}$ $\theta = 45^\circ$
25	<p>E. 60° Pembahasan : Diketahui : $\frac{n_2}{n_1} = \sqrt{3}$</p>

Soal	Kunci Jawaban
	<p>Ditanya : $i_p \dots ?$ Jawaban : $\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$ $\tan i_p = \sqrt{3}$ $i_p = \tan^{-1} \sqrt{3}$ $i_p = 60^\circ$</p>



Lampiran 1. 4 Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar yang Digunakan

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
Siswa dapat menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	Menerapkan karakteristik gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.	<p>1. Seorang pemain gitar menekan senar pada fret tertentu dan memperhatikan bahwa nada yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan saat senar tidak ditekan. Berdasarkan fenomena ini, faktor utama apa yang menyebabkan perubahan frekuensi bunyi tersebut....</p> <p>A. Panjang senar yang bergetar</p> <p>B. Amplitudo gelombang bunyi</p> <p>C. Kecepatan rambat gelombang bunyi di udara</p> <p>D. Resonansi udara di dalam tubuh gitar</p> <p>E. Jenis kayu yang digunakan pada gitar</p>	C3
	Menentukan cepat rambat gelombang bunyi dalam berbagai medium	<p>2. Suatu gelombang bunyi merambat dalam logam yang memiliki modulus Young sebesar $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenis 17500 kg/m^3. Tentukan cepat rambat bunyi dalam logam....</p> <p>A. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>B. $4 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>C. $5 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>D. $8 \times 10^3 \text{ m/s}$</p> <p>E. $10 \times 10^3 \text{ m/s}$</p>	C3
		<p>3. Untuk mengevakuasi korban pesawat Lion Air Boeing 737 di kepulauan seribu tim SAR menggunakan alat sonar, selang waktu yang dicatat oleh sonar untuk gelombang merambat sampai kembali ke sonar adalah 2,5 sekon. Jika kedalaman laut 4.200 m,</p>	C3

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		tentukan cepat rambat bunyi didalam air laut.... A. 2100 m/s B. 2000 m/s C. 2680 m/s D. 840 m/s E. 3360 m/s	
		4. cepat rambat gelombang bunyi dalam air adalah 1500m/s. Jika massa jenis udara adalah 1000 kg/m ³ , maka nilai modulus Bulk air adalah ... A. 2,25 x 10 ⁶ N/m ² B. 2,25 x 10 ⁸ N/m ² C. 2,25 x 10 ⁹ N/m ² D. 2,25 x 10 ¹⁰ N/m ² E. 2,25 x 10 ¹² N/m ²	C3
	Menerapkan fenomena Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari	5. Sebuah mobil Satgas Covid-19 yang membawa pasien sedang membunyikan sirene dengan frekuensi f bergerak dengan laju i berlawanan arah menjauhi pengendara sepeda motor yang bergerak dengan laju s. Jika cepat rambat bunyi di udara k, maka frekuensi yang didengar pengendara sepeda motor a bila dinyatakan dengan f, i, k, dan s adalah... A. $a = \frac{k+s}{k-i} f$ B. $a = \frac{k-s}{k-i} f$ C. $a = \frac{k+i}{k+i} f$ D. $a = \frac{k-i}{k} f$ E. $a = \frac{k+s}{k} f$	C4
		6. Seorang pengamat bergerak mendekati sumber bunyi yang diam dengan kecepatan 10 m/s. Jika frekuensi sumber bunyi sebesar 3400 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Maka besar frekuensi yang diterima oleh pengamat tersebut adalah...	C3

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>A. 1000 Hz B. 1500 Hz C. 2000 Hz D. 2500 Hz E. 3500 Hz</p>	
	Menentukan bunyi pada dawai dan pipa organa	<p>7. Sebuah senar dengan massa 20 gram dan panjang 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 Newton. Jika senar tersebut bergetar pada nada dasar, berapakah frekuensi getarannya....</p> <p>A. 50 Hz B. 100 Hz C. 150 Hz D. 200 Hz E. 300 Hz</p>	C3
		<p>8. Untuk menghasilkan suara yang jernih dan sesuai nada pada alat musik tiup seperti pipa organa, diperlukan pengaturan panjang kolom udara secara tepat. Langkah paling tepat yang dapat dilakukan agar alat musik menghasilkan nada yang lebih tinggi adalah...</p> <p>A. Memperpanjang pipa organa B. Menambah jumlah lubang pada pipa C. Menambah jumlah lubang pada pipa D. Mempendek panjang pipa E. Memperbesar ruang resonansi pada pipa</p>	C3
		<p>9. Ini adalah gambar gelombang bunyi yang terperangkap dalam sebuah pipa dengan panjang 200 cm</p> 	C4

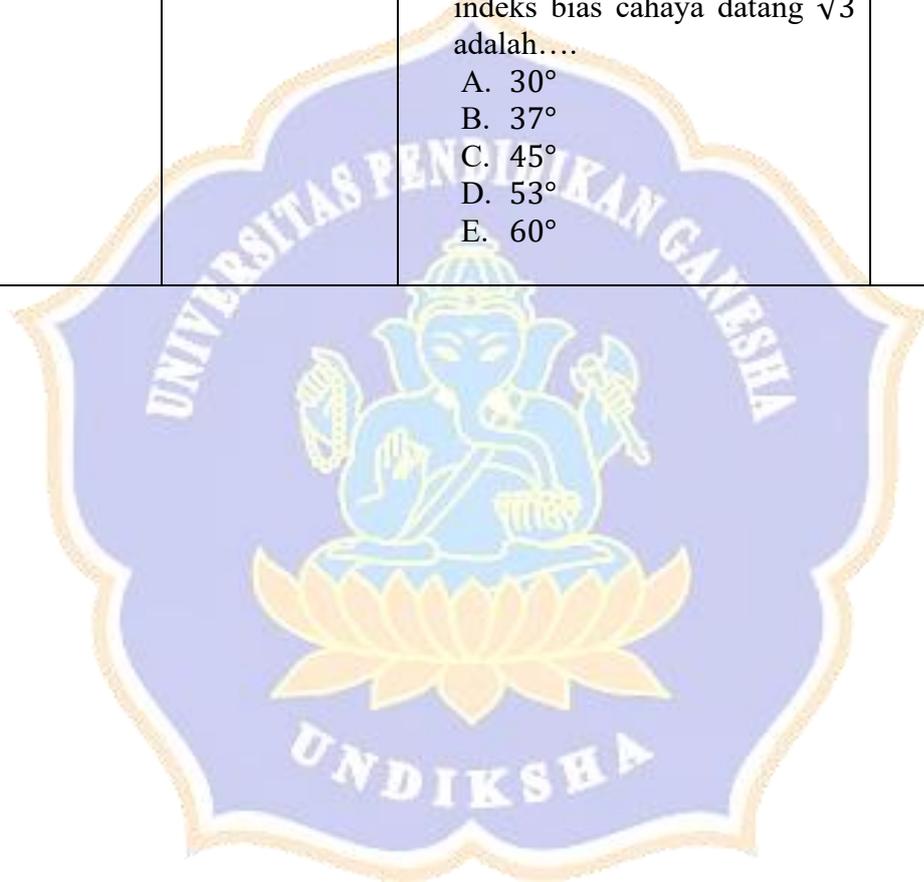
Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>Frekuensi bunyi yang akan terdengar adalah...Hz ($v = 340\text{m/s}$)</p> <p>A. 42,5 B. 116,8 C. 297,5 D. 340 E. 510</p>	
	Mengemukakan fenomena resonansi dalam berbagai aplikasi kehidupan sehari-hari dan dampaknya terhadap getaran suatu sistem	<p>10. Sebuah garpu tala mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 680 Hz. Bunyi tersebut merambat melalui kolom udara pada tabung yang berisi air. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, maka panjang kolom udara pada tabung agar terjadi resonansi pertama adalah...</p> <p>A. 0,125 m B. 0,375 m C. 0,55 m D. 0,856 m E. 1 m</p>	C3
	Menghitung pembentukan pelayangan akibat interferensi dua gelombang dengan frekuensi yang hampir sama	<p>11. Jika dua buah sumber bunyi masing-masing dengan frekuensi 2.000 Hz dan 2.008 Hz berbunyi dengan serentak, maka akan timbul pelayangan bunyi dengan frekuensi....</p> <p>A. 2 Hz B. 4 Hz C. 8 Hz D. 10 Hz E. 12 Hz</p>	C3
	Menganalisis hubungan antara intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi	<p>12. Pada jarak 3 meter dari sumber ledakan, terdengar bunyi dengan intensitas taraf 50 dB. Pada jarak 30 meter dari sumber ledakan terdengar daratan menjadi sebesar....</p> <p>A. 10 dB B. 20 dB C. 30 dB D. 40 dB E. 50 dB</p>	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>13. Sebuah sumber bunyi mengirim gelombang bunyi dengan daya keluaran 120 W. Besar intensitas bunyi pada jarak 40 cm dari sumber adalah....</p> <p>A. $187,5 \pi W/m^2$ B. $0,018 \pi W/m^2$ C. $1,875 \pi W/m^2$ D. $0,59 \pi W/m^2$ E. $5,97 \pi W/m^2$</p>	C3
	Menganalisis karakteristik karakteristik gelombang cahaya dan spektrumnya	<p>14. Saat cahaya putih melewati prisma, perbedaan sudut pembiasan tiap warna menyebabkan spektrum warna muncul. Analisis apa yang terjadi jika prisma diganti dengan medium yang indeks biasnya seragam untuk semua panjang gelombang....</p> <p>A. Spektrum warna tetap muncul karena cahaya putih tetap terurai B. Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibias dengan sudut yang sama C. Spektrum warna berubah menjadi lebih banyak warna D. Semua warna dipantulkan keluar prisma E. Cahaya menjadi gelombang berdiri</p>	C4
		<p>15. Seorang guru meminta siswa untuk melakukan percobaan sederhana dengan menggunakan senter, sebuah benda buram, dan layar putih. Siswa diminta mengarahkan cahaya senter ke benda buram sehingga terbentuk bayangan pada layar. Setelah itu, guru</p>	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		<p>meminta siswa menentukan perubahan yang terjadi pada bayangan jika benda diganti dengan benda yang lebih kecil. Manakah jawaban yang paling tepat berdasarkan konsep gelombang Cahaya....</p> <p>A. Bayangan akan menjadi lebih tajam karena benda lebih kecil memblokir lebih sedikit Cahaya</p> <p>B. Bayangan akan menjadi lebih besar karena cahaya menyebar setelah melewati benda</p> <p>C. Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil</p> <p>D. Bayangan akan tetap sama karena tidak ada pengaruh ukuran benda terhadap bayangan</p> <p>E. Bayangan akan menghilang karena benda terlalu kecil untuk menghalangi cahaya</p>	
	Menentukan hubungan antara lebar celah dan pola difraksi cahaya yang terbentuk.	<p>16. Celah tunggal mempunyai lebar 0,2 mm disinari cahaya monokromatik dan pada layar sejauh 2 meter dari celah, dapat diamati berbagai jalur, terang dan gelap hasil difraksi. Jika jarak antara garis gelap kedua dan garis terang utama adalah 8 mm, panjang gelombang cahaya tersebut adalah....</p> <p>A. 4 nm</p> <p>B. 40 nm</p> <p>C. 400 nm</p> <p>D. 4000 nm</p> <p>E. 40000 nm</p>	C3
	Mengemukakan dan	17. Percobaan interferensi Young dilakukan pada dua celah	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
	menganalisis peristiwa interferensi cahaya	dengan jarak 1 mm, $L = 1\text{ m}$ dan panjang gelombangnya 4000 \AA . Jarak terang orde ke 1 dan ke 4 berturut-turut adalah...mm A. 0,2 dan 0,8 B. 0,3 dan 0,9 C. 0,4 dan 1,2 D. 0,4 dan 0,8 E. 0,4 dan 1,6	
	Menerapkan konsep polarisasi dalam kehidupan sehari-hari	18. Seorang pengendara motor mengeluh karena sering terganggu oleh silau yang muncul saat berkendara di siang hari, terutama ketika melewati jalanan aspal yang panas. Ia berencana membeli kacamata untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan prinsip polarisasi cahaya, jenis kacamata seperti apa yang sebaiknya ia pilih untuk mengurangi silau secara efektif... A. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan terpolarisasi secara horizontal B. Kacamata dengan lensa berwarna terang agar terlihat lebih nyaman C. Kacamata dengan lensa cembung untuk memfokuskan cahaya ke retina D. Kacamata dengan lensa biasa yang menyerap cahaya secara umum E. Kacamata transparan agar semua cahaya bisa terlihat jelas	
		19. Dua keping polarisator disusun sejajar dengan sumbu transmisi pula. Cahaya alami (tak yang masuk ke susunan polarisator itu akan mengalami penurunan	C4

Capaian Pembelajaran	Indikator Pembelajaran	Soal	Level Kognitif
		75% jika polarisator diputar ... derajat A. 30° B. 35° C. 40° D. 45° E. 50°	
		20. Sudut polarisasi suatu zat jika perbandingan indeks bias medium cahaya bias dengan indeks bias cahaya datang $\sqrt{3}$ adalah.... A. 30° B. 37° C. 45° D. 53° E. 60°	C3



lampiran 1. 5 Tes Hasil Belajar yang Digunakan

Kelas/Semester : XI/II
 Mata Pelajaran : Fisika
 Alokasi Waktu : 1 JP
 Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Gelombang Cahaya

Petunjuk Soal

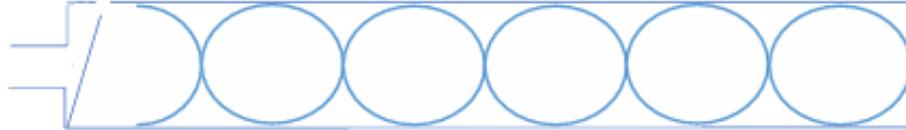
1. Tuliskanlah identitas secara lengkap pada lembar jawaban!
2. Cermatilah seluruh soal dengan baik! Jika terdapat soal yang kurang jelas silahkan tanyakan kepada pengawas ruangan.
3. Kerjakanlah soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu!
4. Kerjakanlah soal dengan baik, mandiri dan jujur!

1. Seorang pemain gitar menekan senar pada fret tertentu dan memperhatikan bahwa nada yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan saat senar tidak ditekan. Berdasarkan fenomena ini, faktor fisika utama apa yang menyebabkan perubahan frekuensi bunyi tersebut....
 - A. Panjang senar yang bergetar
 - B. Amplitudo gelombang bunyi
 - C. Kecepatan rambat gelombang bunyi di udara
 - D. Resonansi udara di dalam tubuh gitar
 - E. Jenis kayu yang digunakan pada gitar
2. Suatu gelombang bunyi merambat dalam logam yang memiliki modulus Young sebesar $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenis 17500 kg/m^3 . Tentukan cepat rambat bunyi dalam logam....
 - A. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - B. $4 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - C. $5 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - D. $8 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - E. $10 \times 10^3 \text{ m/s}$
3. Untuk mengevakuasi korban pesawat Lion Air Boeing 737 di kepulauan seribu tim SAR menggunakan alat sonar, selang waktu yang dicatat oleh sonar untuk gelombang merambat sampai kembali ke sonar adalah 2,5 sekon. Jika kedalaman laut 4.200 m, tentukan cepat rambat bunyi di dalam air laut....
 - A. 2100 m/s
 - B. 2000 m/s
 - C. 2680 m/s
 - D. 840 m/s
 - E. 3360 m/s

4. Cepat rambat gelombang bunyi dalam air adalah 1500m/s. Jika massa jenis udara adalah 1000 kg/m^3 , maka nilai modulus Bulk air adalah....
- $2,25 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
 - $2,25 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
 - $2,25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
 - $2,25 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
 - $2,25 \times 10^{12} \text{ N/m}^2$
5. Sebuah mobil Satgas Covid-19 yang membawa pasien sedang membunyikan sirene dengan frekuensi f bergerak dengan laju i berlawanan arah menjauhi pengendara sepeda motor yang bergerak dengan laju s . Jika cepat rambat bunyi di udara k , maka frekuensi yang didengar pengendara sepeda motor a bila dinyatakan dengan f , i , k , dan s adalah....
- $a = \frac{k+s}{k-i} f$
 - $a = \frac{k-s}{k-i} f$
 - $a = \frac{k+i}{k+i} f$
 - $a = \frac{k-i}{k} f$
 - $a = \frac{k+s}{k} f$
6. Seorang pengamat bergerak mendekati sumber bunyi yang diam dengan kecepatan 10 m/s. Jika frekuensi sumber bunyi sebesar 3400 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Maka besar frekuensi yang diterima oleh pengamat tersebut adalah....
- 1000 Hz
 - 1500 Hz
 - 2000 Hz
 - 2500 Hz
 - 3500 Hz
7. Sebuah senar dengan massa 20 gram dan panjang 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 Newton. Jika senar tersebut bergetar pada nada dasar, berapakah frekuensi getarannya....
- 50 Hz
 - 100 Hz
 - 150 Hz
 - 200 Hz
 - 300 Hz
8. Untuk menghasilkan suara yang jernih dan sesuai nada pada alat musik tiup seperti pipa organa, diperlukan pengaturan panjang kolom udara secara tepat. Langkah paling tepat yang dapat dilakukan agar alat musik menghasilkan nada yang lebih tinggi adalah...
- Memperpanjang pipa organa
 - Menambah jumlah lubang pada pipa
 - Menambah jumlah lubang pada pipa
 - Memperpendek panjang pipa

E. Memperbesar ruang resonansi pada pipa

9. Ini adalah gambar gelombang bunyi yang terperangkap dalam sebuah pipa dengan panjang 200 cm

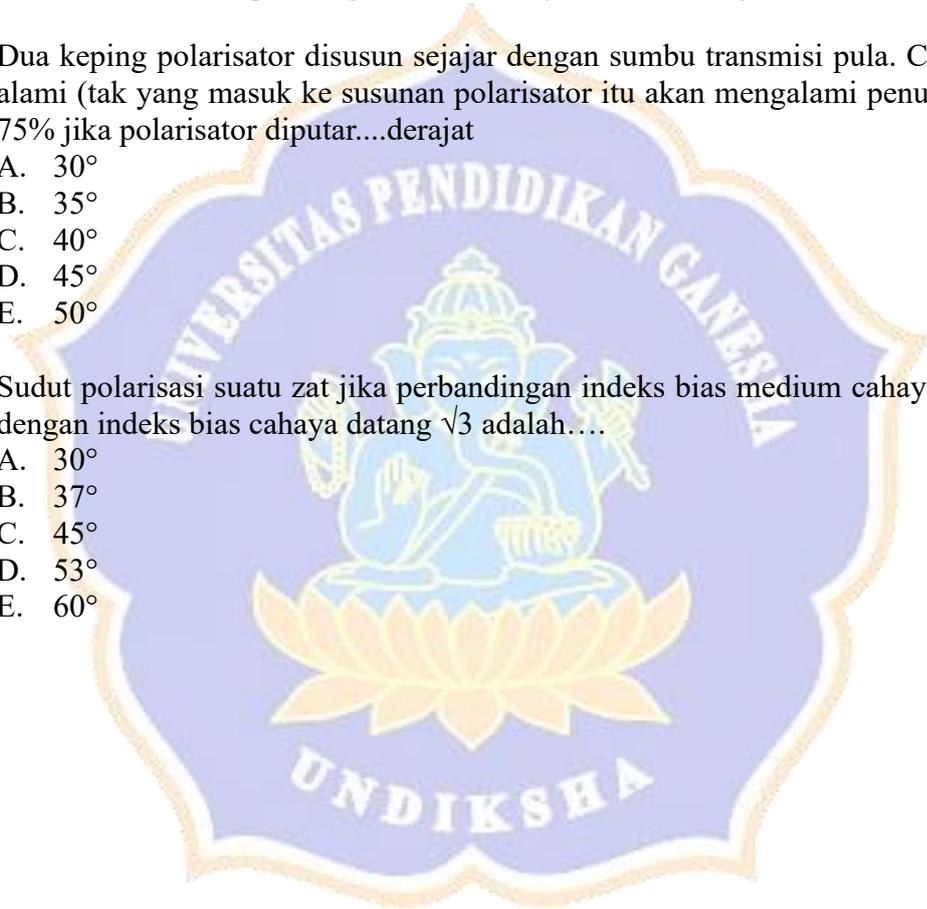


Frekuensi bunyi yang akan terdengar adalah....Hz ($v = 340\text{m/s}$)

- A. 42,5
 B. 116,8
 C. 297,5
 D. 340
 E. 510
10. Sebuah garpu tala mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 680 Hz. Bunyi tersebut merambat melalui kolom udara pada tabung yang berisi air. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, maka panjang kolom udara pada tabung agar terjadi resonansi pertama adalah....
 A. 0,125 m
 B. 0,375 m
 C. 0,55 m
 D. 0,856 m
 E. 1 m
11. Jika dua buah sumber bunyi masing-masing dengan frekuensi 2.000 Hz dan 2.008 Hz berbunyi dengan serentak, maka akan timbul pelayangan bunyi dengan frekuensi....
 A. 2 Hz
 B. 4 Hz
 C. 8 Hz
 D. 10 Hz
 E. 12 Hz
12. Pada jarak 3 meter dari sumber ledakan, terdengar bunyi dengan intensitas taraf 50 dB. Pada jarak 30 meter dari sumber ledakan terdengar daratan menjadi sebesar....
 A. 10 dB
 B. 20 dB
 C. 30 dB
 D. 40 dB
 E. 50 dB
13. Sebuah sumber bunyi mengirim gelombang bunyi dengan daya keluaran 120 W. Besar intensitas bunyi pada jarak 40 cm dari sumber adalah....
 A. $187,5 \pi \text{ W/m}^2$
 B. $0,018 \pi \text{ W/m}^2$
 C. $1,875 \pi \text{ W/m}^2$

- D. $0,59 \pi W/m^2$
 E. $5,97 \pi W/m^2$
14. Di Saat cahaya putih melewati prisma, perbedaan sudut pembiasan tiap warna menyebabkan spektrum warna muncul. Analisis apa yang terjadi jika prisma diganti dengan medium yang indeks biasnya seragam untuk semua panjang gelombang....
- Spektrum warna tetap muncul karena cahaya putih tetap terurai
 - Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibias dengan sudut yang sama
 - Spektrum warna berubah menjadi lebih banyak warna
 - Semua warna dipantulkan keluar prisma
 - Cahaya menjadi gelombang berdiri
15. Seorang guru meminta siswa untuk melakukan percobaan sederhana dengan menggunakan senter, sebuah benda buram, dan layar putih. Siswa diminta mengarahkan cahaya senter ke benda buram sehingga terbentuk bayangan pada layar. Setelah itu, guru meminta siswa menentukan perubahan yang terjadi pada bayangan jika benda diganti dengan benda yang lebih kecil. Manakah jawaban yang paling tepat berdasarkan konsep gelombang Cahaya....
- Bayangan akan menjadi lebih tajam karena benda lebih kecil memblokir lebih sedikit Cahaya
 - Bayangan akan menjadi lebih besar karena cahaya menyebar setelah melewati benda
 - Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil
 - Bayangan akan tetap sama karena tidak ada pengaruh ukuran benda terhadap bayangan
 - Bayangan akan menghilang karena benda terlalu kecil untuk menghalangi Cahaya
16. Celah tunggal mempunyai lebar 0,2 mm disinari cahaya monokromatik dan pada layar sejauh 2 meter dari celah, dapat diamati berbagai jalur, terang dan gelap hasil difraksi. Jika jarak antara garis gelap kedua dan garis terang utama adalah 8 mm, panjang gelombang cahaya tersebut adalah....
- 4 nm
 - 40 nm
 - 400 nm
 - 4000 nm
 - 40000 nm
17. Percobaan interferensi Young dilakukan pada dua celah dengan jarak 1 mm, $L= 1m$ dan panjang gelombangnya 4000\AA . Jarak terang orde ke 1 dan ke 4 berturut-turut adalah....mm
- 0,2 dan 0,8
 - 0,3 dan 0,9
 - 0,4 dan 1,2
 - 0,4 dan 0,8
 - 0,4 dan 1,6

18. Seorang pengendara motor mengeluh karena sering terganggu oleh silau yang muncul saat berkendara di siang hari, terutama ketika melewati jalanan aspal yang panas. Ia berencana membeli kacamata untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan prinsip polarisasi cahaya, jenis kacamata seperti apa yang sebaiknya ia pilih untuk mengurangi silau secara efektif....
- A. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan terpolarisasi secara horizontal
 - B. Kacamata dengan lensa berwarna terang agar terlihat lebih nyaman
 - C. Kacamata dengan lensa cembung untuk memfokuskan cahaya ke retina
 - D. Kacamata dengan lensa biasa yang menyerap cahaya secara umum
 - E. Kacamata transparan agar semua cahaya bisa terlihat jelas
19. Dua keping polarisator disusun sejajar dengan sumbu transmisi pula. Cahaya alami (tak yang masuk ke susunan polarisator itu akan mengalami penurunan 75% jika polarisator diputar....derajat
- A. 30°
 - B. 35°
 - C. 40°
 - D. 45°
 - E. 50°
20. Sudut polarisasi suatu zat jika perbandingan indeks bias medium cahaya bias dengan indeks bias cahaya datang $\sqrt{3}$ adalah....
- A. 30°
 - B. 37°
 - C. 45°
 - D. 53°
 - E. 60°



Lampiran 1.6 Kunci Jawaban Tes Hasil Belajar yang Digunakan

Soal	Kunci Jawaban
1	<p>A. Panjang senar yang bergetar Pembahasan : Menekan senar pada fret tertentu dapat memperpendek panjang senar yang bergetar, sehingga meningkatkan frekuensi bunyi yang dihasilkan.</p>
2	<p>B. $2 \times 10^3 \text{ m/s}$ Pembahasan : Diketahui : $E = 7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ $\rho = 17500 = 1,75 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ Ditanya : $v \dots ?$ hitungan</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $= \sqrt{\frac{7 \times 10^{10}}{1,75 \times 10^4}}$ $= \sqrt{4 \times 10^6}$ $= 2 \times 10^3 \text{ m/s}$
3	<p>E. 3360 m/s Pembahasan : Diketahui : $t = 2,5 \text{ s}$ $h = 4200 \text{ m}$ ditanya : $v \dots ?$ hitungan</p> $h = \frac{vxt}{2} \text{ maka}$ $v = \frac{2h}{t}$ $v = \frac{2h}{t} = \frac{2(4200)\text{m}}{2,5\text{s}} = 3360 \text{ m/s}$
4	<p>C. $2,25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ Pembahasan : Diketahui : $v = 1500 \text{ m/s}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ Ditanya : $B \dots ?$ hitungan</p> $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$

Soal	Kunci Jawaban
	$1500 = \sqrt{\frac{B}{1000}}$ $1500^2 = \frac{B}{1000}$ $B = 2.25 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
5	<p>B. $a = \frac{k-s}{k-i} f$ Pembahasan : Diketahui : a: frekuensi pendengar k: cepat rapat bunyi s: laju sepeda motor (pendengar) f: frekuensi sumber bunyi i: laju sumber bunyi maka perumusannya $a = \frac{k-s}{k-i} f$ karena kedua sumber saling menjahui</p>
6	<p>E. 3500 Hz Pembahasan : Diketahui : $v_p = 10 \text{ m/s}$ $f_s = 3400 \text{ Hz}$ $v = 340$ ditanya : $f_p \dots?$ hitungan $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$ $f_p = \frac{340+10}{340-0} 3400$ $f_p = 3500 \text{ Hz}$</p>
7	<p>B. 100 Hz Pembahasan : Diketahui $m = 20 \text{ g} = 2 \times 10^{-2}$ $l = 1 \text{ m}$ $F = 800 \text{ N}$ Ditanya: $f_0 \dots?$ Jawab : $v = \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $v = \sqrt{\frac{800 \cdot 1}{2 \times 10^{-2}}}$ $v = \sqrt{400} = 200 \text{ m/s}$ $f_n = \frac{n+1}{2L} v$ $f_0 = \frac{0+1}{2 \cdot 1} 200$ $f_0 = 100 \text{ Hz}$</p>

Soal	Kunci Jawaban
8	<p>D. Memperpendek Panjang pipa Pembahasan : Jika panjang pipa diperpendek, frekuensi getaran udara meningkat, sehingga bunyi yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.</p>
9	<p>A. 42,5 Hz Pembahasan : Diketahui $l = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$ $v = 340 \text{ m/s}$ Ditanya: f_1 hitungan $f_1 = \frac{v}{4l} = \frac{340}{4 \cdot 2} = 42,5 \text{ Hz}$</p>
10	<p>A. 0,125 m Pembahasan : Diketahui : $f = 680 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ Ditanya : $L_1 \dots ?$ hitungan</p> $v = \lambda \cdot f$ $340 = \lambda \cdot 680$ $\lambda = \frac{340}{680} = 0,5 \text{ m}$ $L_n = \frac{(2n - 1) \cdot \lambda}{4}$ $L_1 = \frac{(2 \cdot 1 - 1) \cdot 0,5}{4}$ $L_1 = \frac{1 \cdot 0,5}{4}$ $L_1 = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ m}$
11	<p>C. 8 Hz Pembahasan : Diketahui : $f_1 = 2.000$ $f_2 = 2.008$ Ditanya : $f_n ?$ Jawab :</p> $f_n = f_1 - f_2 $ $f_n = 2.000 - 2.008 $ $f_n = -8 $ $f_n = 8 \text{ Hz}$
12	<p>C. 30 dB Pembahasan : Diketahui :</p>

Soal	Kunci Jawaban
	$R_1 = 3 \text{ m}$ $R_2 = 30 \text{ m}$ $TI_1 = 50 \text{ dB}$ Ditanya : $TI_2 \dots?$ hitungan $TI_2 = TI_1 + 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2$ $= 50 + 10 \log \left(\frac{3}{30} \right)^2$ $= 50 + 10 \log 10^{-2}$ $= 50 - 20$ $= 30 \text{ dB}$
13	<p>A. $187,5 \pi \text{ W/m}^2$ Pembahasan : Diketahui : $P = 120 \text{ W}$ $r = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ Ditanya : $I \dots?$ hitungan</p> $I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$ $\frac{P}{4\pi r^2} = \frac{120 \text{ W}}{4\pi (0,4)^2} = 187,5 \pi \text{ W/m}^2$
14	<p>B. Spektrum warna tidak muncul karena semua warna dibiaskan dengan sudut yang sama Pembahasan : Jika indeks bias medium sama untuk semua panjang gelombang, maka semua komponen warna cahaya putih akan mengalami pembiasan dengan sudut yang sama. Karena tidak ada perbedaan sudut pembiasan, cahaya putih tidak terurai menjadi spektrum warna dan tetap tampak seperti cahaya putih biasa.</p>
15	<p>D. Bayangan akan menjadi kurang tajam karena efek difraksi meningkat saat ukuran benda lebih kecil Pembahasan : saat benda yang digunakan untuk menghalangi cahaya diganti dengan benda yang lebih kecil, bayangan yang terbentuk pada layar akan menjadi lebih kurang tajam karena efek difraksi cahaya meningkat. Ukuran benda yang kecil menyebabkan cahaya membelok lebih banyak di sekitar tepi benda, sehingga bayangan menjadi lebih kabur..</p>
16	<p>C. 400 nm Diketahui : $d = 0,2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$ $l = 2 \text{ m}$ $n = 2$ $y = 8 \times 10^{-3}$ ditanya $\lambda \dots?$ $\sin \theta = \tan \theta = \frac{y}{l}$</p>

Soal	Kunci Jawaban
	$\frac{y}{l} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2}$ $= 4 \times 10^{-3}$ $\lambda = \frac{d \sin \theta}{n}$ $\lambda = \frac{(2 \times 10^{-4})(4 \times 10^{-3})}{2}$ $\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\lambda = 400 \text{ nm}$
17	<p>E. 0,4 dan 1,6 Pembahasan : Diketahui: $L = 1 \text{ m}$ $n = 1$ dan $n = 4$ $d = 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$ $\lambda = 4000 \times 10^{-10} \text{ m} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ Ditanya : y_1 dan y_4....? hitungan</p> $y_n = n \frac{\lambda \cdot L}{d}$ $y_1 = 1 \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 1}{1 \times 10^{-3}} = 0,4 \text{ mm}$ $y_4 = 4 \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 1}{1 \times 10^{-3}} = 1,6 \text{ mm}$ <ul style="list-style-type: none"> • Jarak terang orde ke-1 = 0,4 mm • Jarak terang orde ke-4 = 1,6 mm
18	<p>B. Kacamata dengan lensa terpolarisasi untuk menyaring cahaya pantulan terpolarisasi secara horizontal Pembahasan : karena hanya lensa terpolarisasi yang secara ilmiah mampu mengurangi silau akibat cahaya pantulan yang terpolarisasi secara horizontal, sesuai dengan prinsip polarisasi cahaya.</p>
19	<p>D. 45° Pembahasan : Ada cahaya alami yang belum terpolarisasi dilewatkan melalui polarisator, maka bidang getar yang keluar dari bidang polarisator tersebut akan sejajar dengan sumbu transmisi polarisator dan Intensitasnya berkurang menjadi 1/2 dari Intensitas awal. Polarisator berikutnya diputar sehingga membentuk sudut tertentu sehingga</p> $I_1 = \frac{1}{2} I_0$ $I_2 = \frac{1}{4} I_0$ $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$ $\frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$

Soal	Kunci Jawaban
	$\cos^2 \theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ $\theta = 45^\circ$
20	<p>E. 60° Pembahasan : Diketahui : $\frac{n_2}{n_1} = \sqrt{3}$ Ditanya : $i_p \dots ?$ Jawaban : $\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$ $\tan i_p = \sqrt{3}$ $i_p = \tan^{-1} \sqrt{3}$ $i_p = 60^\circ$</p>



LAMPIRAN II

HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN

Lampiran 2. 1 Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

Lampiran 2. 2 Analisis Indeks Daya Beda dan Indeks Kesukaran Butir Tes Hasil Belajar

Lampiran 2. 3 Ouput SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir Tes Hasil Belajar

Lampiran 2. 4 Output SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes Hasil Belajar

Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar



Lampiran 2. 1 Data Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

Nama Sekolah : SMAN 1 Petang

Kelas : XII

Jumlah Siswa : 98

Jumlah Butir Soal : 25 Butir

Butir Soal 1-15

No. Resp	Nomor Soal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
2	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
5	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
8	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
14	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
16	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
20	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
21	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
22	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
23	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1
24	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
26	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
27	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
29	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
30	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
31	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
32	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
33	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
34	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
36	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
37	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
38	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
39	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
40	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
41	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
42	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
43	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
44	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
45	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
46	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
47	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
49	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
50	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

51	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
52	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
53	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
54	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
55	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
56	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
57	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
58	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
59	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
60	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
61	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
62	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
63	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
64	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
65	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
66	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
67	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
68	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
69	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
70	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
71	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
72	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
73	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
74	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
75	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
76	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
77	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
78	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
79	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
80	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
81	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
82	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
83	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
85	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
86	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
87	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
88	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
89	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
90	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
92	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
93	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
94	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
95	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
96	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
97	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
98	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Soal 16-25

No. Resp											TOTAL	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	21	K e l o m p o k A t a s
2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	20	
3	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	19	
4	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	19	
5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	19	
6	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	18	
7	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	18	
8	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	18	
9	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	18	
10	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	18	
11	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	
12	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	18	
13	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	18	
14	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	18	
15	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	18	
16	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	18	
17	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	17	
18	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	17	
19	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	17	
20	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	17	
21	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	16	
22	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	16	
23	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	16	
24	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	16	
25	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	16	
26	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	16	
27	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	16	
28	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	16	
29	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	16	
30	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	16	
31	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	
32	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	16	
33	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	16	
34	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	16	
35	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	15	
36	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	15	
37	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	15	
38	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	15	
39	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	15	
40	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	15	
41	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	15	
42	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	15	
43	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	15	
44	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	14	
45	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	14	
46	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	14	
47	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	14	
48	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	14	
49	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	14	
50	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	12	
51	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	11	
52	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	11	
53	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	11	
54	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	10	
55	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	10	
56	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	10	
57	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	10	
58	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	9	
59	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	9	
60	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	
61	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	9	
62	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	
63	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	
64	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	9	
65	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	8	
66	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
67	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	8	

K
e
l
o
m
p
o
k

B
a
w
a
h

No. Resp	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TOTAL
68	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8
69	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8
70	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	8
71	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8
72	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8
73	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
74	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	8
75	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	8
76	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	8
77	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	8
78	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8
79	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
80	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
82	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6
83	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	6
84	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
85	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	6
86	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
87	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
88	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
89	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
91	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5
92	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5
93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
95	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
96	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
97	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
98	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5



Lampiran 2. 2 Analisis Indeks Daya Beda dan Indeks Kesukaran Butir Tes Hasil Belajar

Analisis Indeks Daya Beda (IDB)

ANALISIS	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RKA	39	47	45	36	32	31	19	40	13	36	40	26
RKB	15	38	18	8	12	37	8	13	18	12	19	12
1/2T	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
IDB	0,490	0,184	0,551	0,571	0,408	-0,122	0,224	0,551	-0,102	0,490	0,429	0,286
Intepretasi	Sedang	Sangat Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Sangat Rendah	Sedang	Sedang	Rendah

ANALISIS IDB	Nomor Soal													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
RKA	26	21	41	32	30	29	30	42	5	44	26	34	43	
RKB	10	11	21	11	10	16	8	22	9	11	13	5	17	
1/2T	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	
IDB	0,327	0,204	0,408	0,429	0,408	0,265	0,449	0,408	-0,082	0,673	0,265	0,592	0,531	
Intepretasi	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang	Sangat Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang	

A. Analisis Indeks Kesukaran Butir Soal (IKB)

ANALISIS IKB	Nomor Soal											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total Benar (R)	54	85	63	44	44	68	27	53	31	48	59	38
N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
IKB	0,551	0,867	0,643	0,449	0,449	0,694	0,276	0,541	0,316	0,490	0,602	0,388
Intepretasi	Sedang	Sangat Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Mudah	Sukar	Sedang	Sukar	Sedang	Mudah	Sukar

ANALISIS (IKB)	Nomor Soal													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Total Benar (R)	36	32	62	43	40	45	38	64	14	55	39	39	60	
N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
IKB	0,367	0,327	0,633	0,439	0,408	0,459	0,388	0,653	0,143	0,561	0,398	0,398	0,612	
Intepretasi	Sukar	Sukar	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar	Mudah	Sangat Sukar	Sedang	Sukar	Sukar	Mudah	

	N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
B25	Pearson Correlation	.123	.032	.172	-.026	.306*	.197	.192	.103	.204*	.256*	.085
	Sig. (2-tailed)	.227	.758	.090	.796	.002	.052	.058	.313	.044	.011	.403
	N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
TOTAL	Pearson Correlation	.372*	.344*	.441*	.230*	.475*	.414*	.493*	.321*	.480*	.449*	-.115
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	.023	.000	.000	.000	.001	.000	.000	.261
	N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

Correlations

		B22	B23	B24	B25	TOTAL
B1	Pearson Correlation	.442**	.063	.399**	.334**	.518**
	Sig. (2-tailed)	.000	.536	.000	.001	.000
	N	98	98	98	98	98
B2	Pearson Correlation	.200*	.134	.256*	.244*	.365**
	Sig. (2-tailed)	.049	.190	.011	.015	.000
	N	98	98	98	98	98
B3	Pearson Correlation	.457**	-.003	.388**	.368**	.541**
	Sig. (2-tailed)	.000	.976	.000	.000	.000
	N	98	98	98	98	98
B4	Pearson Correlation	.343**	.188	.482**	.339**	.628**
	Sig. (2-tailed)	.001	.064	.000	.001	.000
	N	98	98	98	98	98
B5	Pearson Correlation	.302**	.230*	.356**	.213*	.443**
	Sig. (2-tailed)	.003	.023	.000	.035	.000
	N	98	98	98	98	98
B6	Pearson Correlation	-.275**	-.365**	-.138	-.165	-.137
	Sig. (2-tailed)	.006	.000	.174	.104	.178
	N	98	98	98	98	98
B7	Pearson Correlation	.131	.152	.105	.116	.377**
	Sig. (2-tailed)	.198	.135	.302	.256	.000
	N	98	98	98	98	98
B8	Pearson Correlation	.423**	.080	.247*	.443**	.587**
	Sig. (2-tailed)	.000	.435	.014	.000	.000
	N	98	98	98	98	98
B9	Pearson Correlation	-.062	.030	.030	-.044	-.090
	Sig. (2-tailed)	.545	.771	.771	.666	.377
	N	98	98	98	98	98
B10	Pearson Correlation	.332**	.204*	.454**	.361**	.526**
	Sig. (2-tailed)	.001	.044	.000	.000	.000
	N	98	98	98	98	98
B11	Pearson Correlation	.163	.235*	.150	.123	.372**
	Sig. (2-tailed)	.108	.020	.141	.227	.000
	N	98	98	98	98	98
B12	Pearson Correlation	.324**	-.005	-.005	.032	.344**
	Sig. (2-tailed)					

Correlations

		B22	B23	B24	B25	TOTAL
	Sig. (2-tailed)	.001	.959	.959	.758	.001
	N	98	98	98	98	98
B13	Pearson Correlation	.162	.072	.289**	.172	.441**
	Sig. (2-tailed)	.111	.479	.004	.090	.000
	N	98	98	98	98	98
B14	Pearson Correlation	.133	-.033	-.122	-.026	.230*
	Sig. (2-tailed)	.191	.750	.233	.796	.023
	N	98	98	98	98	98
B15	Pearson Correlation	.222*	-.072	.230*	.306**	.475**
	Sig. (2-tailed)	.028	.479	.023	.002	.000
	N	98	98	98	98	98
B16	Pearson Correlation	.243*	.121	.247*	.197	.414**
	Sig. (2-tailed)	.016	.234	.014	.052	.000
	N	98	98	98	98	98
B17	Pearson Correlation	.232*	.258*	.216*	.192	.493**
	Sig. (2-tailed)	.021	.010	.033	.058	.000
	N	98	98	98	98	98
B18	Pearson Correlation	.196	-.122	.004	.103	.321**
	Sig. (2-tailed)	.053	.233	.970	.313	.001
	N	98	98	98	98	98
B19	Pearson Correlation	.239*	.123	.038	.204*	.480**
	Sig. (2-tailed)	.018	.227	.714	.044	.000
	N	98	98	98	98	98
B20	Pearson Correlation	.263**	.155	.242*	.256*	.449**
	Sig. (2-tailed)	.009	.128	.016	.011	.000
	N	98	98	98	98	98
B21	Pearson Correlation	-.227*	.085	-.272**	.085	-.115
	Sig. (2-tailed)	.025	.405	.007	.403	.261
	N	98	98	98	98	98
B22	Pearson Correlation	1	.131	.467**	.562**	.662**
	Sig. (2-tailed)		.199	.000	.000	.000
	N	98	98	98	98	98
B23	Pearson Correlation	.131	1	.148	.176	.302**
	Sig. (2-tailed)	.199		.145	.082	.002
	N	98	98	98	98	98
B24	Pearson Correlation	.467**	.148	1	.348**	.574**
	Sig. (2-tailed)	.000	.145		.000	.000
	N	98	98	98	98	98
B25	Pearson Correlation	.562**	.176	.348**	1	.603**
	Sig. (2-tailed)	.000	.082	.000		.000
	N	98	98	98	98	98
TOTAL	Pearson Correlation	.662**	.302**	.574**	.603**	1

Correlations

	B22	B23	B24	B25	TOTAL
Sig. (2-tailed)	.000	.002	.000	.000	
N	98	98	98	98	98

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

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

Lampiran 2. 4 Output SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes Hasil Belajar

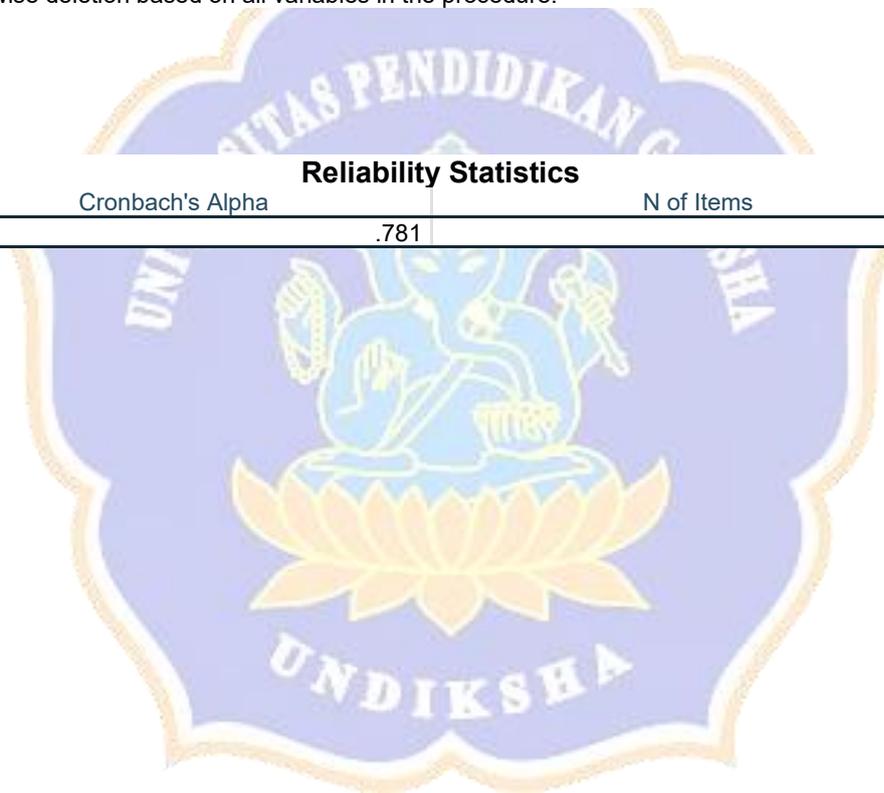
Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	98	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	98	100.0

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

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.781	25



Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Hasil Belajar

No Soal	IDB		IKB		Konsistensi		Keputusan
	Indeks	Kriteria	Indeks	Kriteria	rpbis	Kriteria	
1	0,490	Sedang	0,551	Sedang	0,545	Sangat Baik	Digunakan
2	0,184	Sangat Rendah	0,867	Sangat Mudah	0,429	Sangat Baik	Tidak Digunakan
3	0,551	Sedang	0,643	Mudah	0,578	Sangat Baik	Digunakan
4	0,571	Sedang	0,449	Sedang	0,654	Sangat Baik	Digunakan
5	0,408	Sedang	0,449	Sedang	0,465	Sangat Baik	Digunakan
6	-0,122	Sangat Rendah	0,694	Mudah	-0,103	Jelek	Tidak Digunakan
7	0,224	Rendah	0,276	Sukar	0,397	Baik	Digunakan
8	0,551	Sedang	0,541	Sedang	0,613	Sangat Baik	Digunakan
9	-0,102	Sangat Rendah	0,316	Sukar	-0,073	Jelek	Tidak Digunakan
10	0,490	Sedang	0,490	Sedang	0,554	Sangat Baik	Digunakan
11	0,429	Sedang	0,602	Mudah	0,429	Sangat Baik	Digunakan
12	0,286	Rendah	0,388	Sukar	0,367	Baik	Digunakan
13	0,327	Rendah	0,367	Sukar	0,459	Sangat Baik	Digunakan
14	0,204	Rendah	0,327	Sukar	0,252	Cukup	Tidak Digunakan
15	0,408	Sedang	0,633	Mudah	0,507	Sangat Baik	Digunakan
16	0,429	Sedang	0,439	Sedang	0,435	Sangat Baik	Digunakan
17	0,408	Sedang	0,408	Sedang	0,513	Sangat Baik	Digunakan
18	0,265	Rendah	0,459	Sedang	0,344	Baik	Digunakan
19	0,449	Sedang	0,388	Sukar	0,503	Sangat Baik	Digunakan
20	0,408	Sedang	0,653	Mudah	0,483	Sangat Baik	Digunakan
21	-0,082	Sangat Rendah	0,143	Sangat Sukar	-0,104	Jelek	Tidak Digunakan
22	0,673	Tinggi	0,561	Sedang	0,689	Sangat Baik	Digunakan
23	0,265	Rendah	0,398	Sukar	0,322	Baik	Digunakan
24	0,592	Sedang	0,398	Sukar	0,593	Sangat Baik	Digunakan
25	0,531	Sedang	0,612	Mudah	0,633	Sangat Baik	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 (Direct Instruction)



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

- Modul Ajar



MODUL AJAR

MATERI GELOMBANG, BUNYI DAN CAHAYA

1. Identitas Modul

Nama Penyusun : I Made Dika Permadi
 Institusi : SMA Negeri 1 Petang
 Tahun : 2025
 Jenjang : SMA
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 10 JP (10 x 45 menit)

2. Kompetensi Awal

Peserta didik mengenal konsep gelombang bunyi dan cahaya, yang meliputi:

- Siswa mengenal konsep gelombang bunyi
- Siswa mengenal ciri-ciri gelombang bunyi
- Siswa mengenal efek dopler
- Siswa mengenal dawai dan pipa organa
- Siswa mengenal sifat-sifat gelombang cahaya

3. Profil Pelajar Pancasila

Karakter siswa yang akan dicapai adalah :

- 1) Berintegritas, dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja dan Berintegritas, dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja dan menjaga lingkungan (Beriman dan Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Berakhlak Mulia)
- 2) Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (Mandiri)
- 3) Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (Bernalar Kritis)
- 4) Memodifikasi, menghasilkan sesuatu yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak untuk mengatasi berbagai persoalan (Kreatif) engatasi berbagai persoalan (Kreatif)
- 5) Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (Gotong Royong)

- 6) Mengenal dan menghargai budaya, kemampuan komunikasi interkultural dalam interaksi dengan sesama, dan refleksi dan tanggung jawab terhadap pengalaman interaksi dengan sesama, dan refleksi dan tanggung jawab terhadap pengalaman kebinekaan (Berkebhinekaan Global)

4. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

- a. Laptop/Smartphone
- b. Kelas
- c. LCD Proyektor
- d. LKPD
- e. Sumber ajar

5. Target Siswa

Perangkat ajar ini dirancang untuk:

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

6. Model Pembelajaran

- Model *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

- Benda yang menghasilkan bunyi disebut dengan sumber bunyi
- Bunyi dapat merambat melalui 3 medium, yaitu zat padat, cair, dan gas
- Bunyi yang dihasilkan oleh suatu sumber bunyi dapat memasuki telinga karena bunyi merambat sebagai gelombang
- Suara sirine mobil pemadam kebakaran yang terdengar semakin jelas saat mendekat, dan semakin melemah saat menjauh.
- Cahaya mempunyai peran penting untuk makhluk hidup terutama manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari.
- Gelombang cahaya bisa dipantulkan jika berkontak langsung pada suatu bidang, baik berupa bidang rata maupun tidak.
- Pelangi terjadi karena adanya pembiasan dan pantulan cahaya matahari yang masuk ke dalam tetesan air hujan.

C. Pertanyaan Pematik

1. Mengapa suara di dalam ruangan tertutup terdengar lebih jelas dibandingkan di tempat terbuka
2. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menghasilkan bunyi melalui getaran dawai. Panjang dan ketegangan senar pada gitar mempengaruhi tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, adakah kaitannya dengan prinsip getaran pada dawai?
3. Pernahkah kalian mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Apa menyebabkan hal tersebut bisa terjadi?
4. Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di dekat panggung namun saat berada jauh dari panggung suara tersebut malah terdengar pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?
5. Mengapa gelembung sabun pada air dapat menghasilkan warna-warni ketika dikenai cahaya matahari?
6. mengapa sisi Compact Disk ketika terkena sinar matahari terlihat warna-warni seperti Pelangi?

D. Persiapan Pembelajaran	
1. Materi ajar pada materi gelombang bunyi dan cahaya	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Karakteristik gelombang bunyi 2) Cepat Rambat Bunyi 3) Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) 4) Efek Doppler 5) Resonansi 6) Pelayangan 7) Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi 8) Karakteristik gelombang cahaya 9) Interferensi Cahaya 10) Difraksi Cahaya 11) Polarisasi 	
2. Kontrak Pembelajaran	
Membahas Hak dan Kewajiban/ tanggung jawab Siswa selama melakukan projek pada aspek Gelombang, Bunyi dan Cahaya.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Siswa berhak mengikuti proses pembelajaran setelah memenuhi prasyarat yang ditetapkan (Hadir paling lambat 5 menit setelah pembelajaran dimulai. ➤ Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas ➤ Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas ➤ Siswa berkewajiban menyelesaikan semua tugas yang diberikan selama proses pembelajaran ➤ Siswa juga bertanggung jawab atas kelancaran proses pembelajaran 	
3. Pengaturan Siswa	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Selama Siswa akan bekerja secara berkelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 s/d 6 orang 	
4. Metode Pembelajaran	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diskusi, penugasan dan percobaan 	

E. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Siswa dibimbing guru untuk berdoa sebelum memulai pembelajaran. Kemudian, guru mengondisikan kelas agar siswa tertib mengikuti proses pembelajaran dan melakukan presensi. (PPK: Religius)	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini tentang Karakteristik gelombang bunyi, Cepat rambat bunyi dan Sumber bunyi. 2. Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya: “Mengapa suara di 	120 menit

E. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi		
	<p>dalam ruangan tertutup terdengar lebih jelas dibandingkan di tempat terbuka?”.</p> <p>3. Siswa menjawab pertanyaan dari guru.</p> <p>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dibagi menjadi kelompok kecil terdiri atas 5 sampai 6 orang dalam 1 kelompok. 2. Perwakilan kelompok mengambil LKPD. 3. Siswa menyimak penjelasan mengenai LKPD yang akan dikerjakan. 4. Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru. <p>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk mengumpulkan informasi dan membangun ide mereka sendiri dalam memecahkan permasalahan yang terdapat pada LKPD. 2. Guru memfasilitasi siswa yang mengalami kesulitan dalam kegiatan diskusi dan mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan. <p>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis) 2. Perwakilan Siswa Mempresentasikan hasil diskusinya. <p>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan 2. Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat) 3. Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi. 	
C.	Penutup	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan materi karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi 2. Guru merefleksikan tentang karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi 	10 menit

E. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi		
	3. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius)	

Pertemuan 2		
Alokasi waktu : 2 JP		
Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonansi Bunyi		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Siswa dibimbing guru untuk berdoa sebelum memulai pembelajaran. Kemudian, guru mengondisikan kelas agar siswa tertib mengikuti proses pembelajaran dan melakukan presensi. (PPK: Religius)	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	<p>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini tentang sumber bunyi (dawai dan pipa organa). 2. Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya: “Gitar merupakan salah satu alat musik yang menghasilkan bunyi melalui getaran dawai. Panjang dan ketegangan senar pada gitar mempengaruhi tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, adakah kaitannya dengan prinsip getaran pada dawai?”. 3. Siswa menjawab pertanyaan dari guru. <p>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dibagi menjadi kelompok kecil terdiri atas 5 sampai 6 orang dalam 1 kelompok. 2. Perwakilan kelompok mengambil LKPD. 3. Siswa menyimak penjelasan mengenai LKPD yang akan dikerjakan. 4. Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru. <p>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk mengumpulkan informasi dan membangun ide mereka sendiri dalam memecahkan permasalahan yang terdapat pada LKPD. 2. Guru memfasilitasi siswa yang mengalami kesulitan dalam kegiatan diskusi dan mendorong siswa untuk 	75 menit

Pertemuan 2 Alokasi waktu : 2 JP Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonasi Bunyi		
	<p>mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan.</p> <p>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis) 2. Perwakilan Siswa Mempresentasikan hasil diskusinya. <p>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan 2. Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat) 3. Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi. 	
C.	Penutup	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan materi sumber bunyi (dawai dan pipa organa) dan resonasi bunyi 2. Guru merefleksikan tentang sumber bunyi (dawai dan pipa organa) dan resonasi bunyi 3. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius) 	10 menit

Pertemuan 3 Alokasi waktu : 3 JP Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Siswa dibimbing guru untuk berdoa sebelum memulai pembelajaran. Kemudian, guru mengondisikan kelas agar siswa tertib mengikuti proses pembelajaran dan melakukan presensi. (PPK: Religius)	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	<p>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini tentang efek doppler, pelayangan, intensitas dan taraf intensitas bunyi 2. Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya: “Pernahkah kalian 	120 menit

Pertemuan 3 Alokasi waktu : 3 JP Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi		
	<p>mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Apa menyebabkan hal tersebut bisa terjadi?”. Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di dekat panggung namun saat berada jauh dari panggung suara tersebut malah terdengar pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?”.</p> <p>3. Siswa menjawab pertanyaan dari guru.</p> <p>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dibagi menjadi kelompok kecil terdiri atas 5 sampai 6 orang dalam 1 kelompok. 2. Perwakilan kelompok mengambil LKPD. 3. Siswa menyimak penjelasan mengenai LKPD yang akan dikerjakan. 4. Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru. <p>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk mengumpulkan informasi dan membangun ide mereka sendiri dalam memecahkan permasalahan yang terdapat pada LKPD. 2. Guru memfasilitasi siswa yang mengalami kesulitan dalam kegiatan diskusi dan mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan. <p>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis) 2. Perwakilan Siswa Mempresentasikan hasil diskusinya. <p>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan 2. Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat) 3. Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi. 	
C.	Penutup	

Pertemuan 3		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan materi efek doppler, pelayangan, intensitas dan taraf intensitas bunyi. 2. Guru merefleksikan tentang efek doppler, pelayangan, intensitas dan taraf intensitas bunyi. 3. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius) 	10 menit

Pertemuan 4		
Alokasi waktu : 2 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Siswa dibimbing guru untuk berdoa sebelum memulai pembelajaran. Kemudian, guru mengondisikan kelas agar siswa tertib mengikuti proses pembelajaran dan melakukan presensi. (PPK: Religius)	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	<p>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini tentang Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya 2. Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya: “Mengapa gelembung sabun pada air dapat menghasilkan warna-warni ketika dikenai cahaya matahari?”. 3. Siswa menjawab pertanyaan dari guru. <p>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dibagi menjadi kelompok kecil terdiri atas 5 sampai 6 orang dalam 1 kelompok. 2. Perwakilan kelompok mengambil LKPD. 3. Siswa menyimak penjelasan mengenai LKPD yang akan dikerjakan. 4. Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru. <p>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk mengumpulkan informasi dan membangun ide 	75 menit

Pertemuan 4 Alokasi waktu : 2 JP Materi : Karakterisrik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya		
	<p>mereka sendiri dalam memecahkan permasalahan yang terdapat pada LKPD.</p> <p>2. Guru memfasilitasi siswa yang mengalami kesulitan dalam kegiatan diskusi dan mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan.</p> <p>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</p> <p>1. Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis)</p> <p>2. Perwakilan Siswa Mempresentasikan hasil diskusinya.</p> <p>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</p> <p>1. Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan</p> <p>2. Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat)</p> <p>3. Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi.</p>	
C.	Penutup	
	<p>1. Guru menyimpulkan materi Karakterisrik Gelombang Cahaya dan Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya.</p> <p>2. Guru merefleksikan tentang Karakterisrik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya.</p> <p>3. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius)</p>	10 menit

F. Asesmen

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

G. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah seluruh siswa mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		

G. Refleksi Guru			
No	Pertanyaan	Ya	Tidak
2	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh siswa?		
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?		

H. 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?		

LAMPIRAN

1. Lembar Kerja Peserta Didik
2. Bahan Ajar
3. Kisi – Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka

Lampiran 1 : Lembar Kerja Peserta Didik

Terlampir

Lampiran 2 : Bahan Ajar

➤ Pertemuan 1

Waktu : 3 JP

Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi

A. Karakteristik Gelombang Bunyi

Bunyi adalah adalah sesuatu yang terdengar atau ditangkap oleh telinga. Klarinet mengeluarkan bunyi karena udara di dalam klarinet bergetar, sedangkan drum berbunyi jika kulitnya bergetar. Berdasarkan dua peristiwa tersebut, dapat

disimpulkan bahwa bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar. Sumber bunyi yang bergetar akan menghasilkan gelombang bunyi yang merambat ke segala arah melalui medium (padat, cair, dan gas). Gelombang bunyi tersebut terdengar oleh telinga yang menyebabkan telinga bergetar. Getaran tersebut diterjemahkan oleh otak menjadi bunyi.

Gelombang bunyi merupakan salah satu contoh dari gelombang mekanik. Gelombang mekanik merupakan gelombang yang memerlukan perantara (medium) dalam perambatannya. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang berbentuk gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarnya. Suatu gelombang bunyi dapat ditangkap oleh telinga manusia bergantung pada frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombangnya.

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

1. Pemantulan gelombang bunyi (refleksi)

Ketika suatu bunyi merambat melalui mediumnya, maka bunyi akan dipantulkan apabila mengenai permukaan medium yang keras. Pemantulan gelombang bunyi atau refleksi sering kita rasakan ketika adanya gaung dan gema. Gaung dan gema adalah pemantulan bunyi yang seolah-olah ada yang menirukan. Gema terjadi di ruang yang luas, sehingga pemantulan yang dihasilkan lebih lama, ada jeda waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul. Sedangkan gaung terjadi di ruang yang sempit, sehingga menyebabkan bunyi pantul tidak cukup waktu untuk merambat, akhirnya bunyi datang dan bunyi pantul terdengar bersamaan.

2. Pembiasan gelombang bunyi (refraksi)

Refraksi terjadi ketika ada bunyi yang melewati air dan udara, sehingga bunyi akan dibelokkan atau dibiaskan. Sesuai dengan hukumnya, gelombang datang dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat dan akan dibiaskan mendekati garis normal atau sebaliknya. Pembiasan terjadi pada gelombang bunyi, contohnya ketika pada malam hari suara atau bunyi yang cukup jauh terdengar lebih jelas pada siang hari. Hal ini terjadi karena suhu udara dipermukaan bumi pada siang hari lebih tinggi dari bagian atasnya. Akibatnya lapisan udara pada bagian atas lebih rapat daripada bawahnya. Jadi gelombang bunyi datang secara horizontal

dari sumber bunyi ke pendengar arah rambatannya dibelokkan ke atas. sedangkan pada malam hari arah rambat bunyi akan melengkung ke bawah.

3. Difraksi gelombang bunyi

Difraksi atau pelenturan gelombang bunyi berlaku apabila gelombang melewati celah, celahnya seorde dengan panjang gelombangnya. Gelombang bunyi sangat mudah mengalami difraksi karena panjang gelombang bunyi di udara sekitar beberapa sentimeter hingga meter. Contohnya, kita dapat mendengar suara orang diruangan berbeda dan tertutup karena bunyi dapat melewati celah-celah sempit.

4. Interferensi gelombang bunyi

Interferensi atau perpaduan gelombang bunyi yang terjadi apabila terdapat dua bunyi yang saling padu. Interferensi bunyi terjadi jika ada dua sumber bunyi yang koheren sampai ke telinga kita. Kuat lemahnya bunyi dihasilkan oleh interferensi dua gelombang. Interferensi konstruktif atau saling menguatkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang keras dan interferensi destruktif atau saling melemahkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang lemah. Contohnya ketika terdapat dua buah pengeras suara yang dihubungkan pada sebuah generator sinyal dapat berfungsi sebagai dua sumber bunyi yang koheren.

B. Cepat Rambat Bunyi

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

$$v = \lambda \cdot f$$

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

λ = panjang gelombang bunyi (m)

f = frekuensi bunyi (Hz)

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

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

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

1. Cepat rambat bunyi pada zat padat

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

2. Cepat rambat bunyi pada zat cair

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

B = modulus Bulk (N/m^2)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

3. Cepat rambat bunyi pada zat gas

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = tetapan Laplace

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

T = suhu mutlak (K)

Mr = massa molekul relatif (kg/mol)

➤ Pertemuan 2

Waktu : 2 JP

Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonansi

A. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)

Sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Alat musik seperti biola dan gitar menggunakan dawai (senar) sebagai alat getarnya. Ketika senar pada gitar dipetik maka menghasilkan bunyi dengan nada tertentu dan pola gelombang yang berubah-ubah. Satu senar dapat menghasilkan berbagai pola getaran atau frekuensi. Pada saat bergetar sumber bunyi juga menggetarkan udara disekelilingnya dan kemudian udara mentransmisikan getaran tersebut ke dalam gelombang longitudinal.

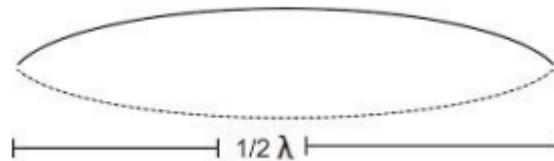
1. Dawai

Pada saat kalian memetik dawai/senar, kalian akan menghasilkan gelombang-gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil superposisi gelombang. Frekuensi yang dihasilkan akan beresonansi dengan udara di sekitar dan sampai ke telinga kalian. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menggunakan

dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan nada-nada yang berbeda dengan jalan menekan bagian-bagian tertentu pada senar itu saat dipetik. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar, kemudian secara berturut-turut pola gelombang yang terbentuk menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3 dan seterusnya.

a. Nada Dasar

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



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

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

Keterangan:

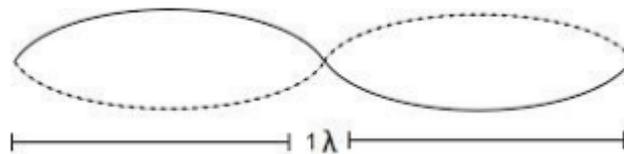
f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

b. Nada Atas ke-1

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



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

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

Keterangan:

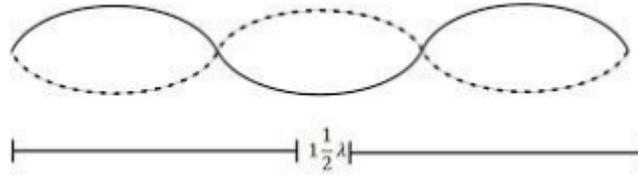
f_1 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

c. Nada Atas ke-2

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



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

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

Keterangan:

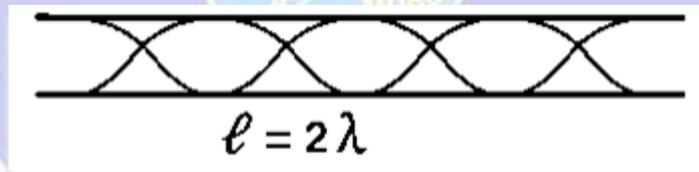
f_2 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

d. Nada Atas ke-3

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



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

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

Keterangan:

f_3 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

Frekuensi nada atas ke- n disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi. Perbandingan bunyi frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber berupa

dawai dengan frekuensi nada dasarnya merupakan perbandingan bilangan bulat. Berdasarkan data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke- n

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

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau resonansi.

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

Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu:

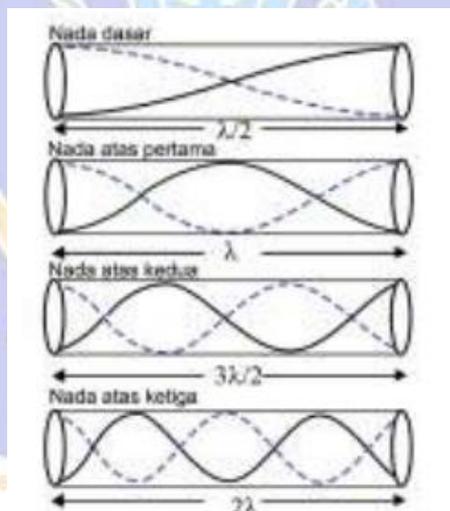
$$f_0 : f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 2 : 3 : 4$$

2. Pipa Organa

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

a. Pipa organa terbuka

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



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah pianika dan terompet. Sama halnya dengan dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang $1/2 \lambda$ dan terus naik dengan beda $1/2 \lambda$, sehingga penentuan frekuensi nada ke- n dapat ditemukan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

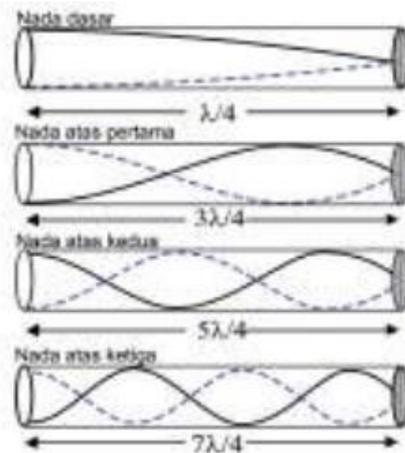
f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang kolom pipa organa (m)

b. Pipa organa tertutup

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



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

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

Keterangan:

f_n = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang kolom pipa organa (m)

B. 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. Untuk menentukan panjang kolom udara dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$L_n = \frac{2n - 1}{4} \lambda$$

➤ Pertemuan 3

Waktu : 3 JP

Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

A. Efek Doppler

Efek doppler merupakan gejala yang mendeskripsikan bahwa apabila pendengar dan sumber bunyi saling mendekati akan terdengar nada yang semakin tinggi, sebaliknya apabila bergerak saling menjauhi maka akan terdengar nada semakin rendah dibandingkan apabila sumber dan pendengar diam di tempatnya masing-masing. Sehingga didapatkan rumus berikut ini:

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

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pendengar (Hz)

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

f_s = frekuensi yang dipancarkan sumber bunyi (Hz)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

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

B. 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)

C. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

1. Intensitas Bunyi

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya (daya bunyi) secara tegak lurus. Pada dasarnya gelombang bunyi merupakan rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Besarnya intensitas bunyi disuatu tempat yang berjarak r dari sumber bunyi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

I = intensitas bunyi (W/m^2)

P = energi tiap waktu atau daya (W)

A = Luas (m^2)

r = jarak tempat dari sumber bunyi (m)

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

2. Taraf intensitas bunyi

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

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

Keterangan:

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

I = intensitas bunyi (watt/m^2)

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

Berikut merupakan contoh beberapa taraf intensitas beserta sumbernya.

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

➤ Pertemuan 4

Waktu : 2 JP

Materi : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya

A. Karakteristik Gelombang Cahaya

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 382-750 nm. Pada bidang fisika cahaya adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang baik yang kasat mata maupun yang tidak. Gelombang elektromagnetik atau gelombang cahaya adalah suatu gelombang yang dapat merambat tanpa membutuhkan medium.



Gambar 1. Cahaya Matahari

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.

B. Interferensi Cahaya

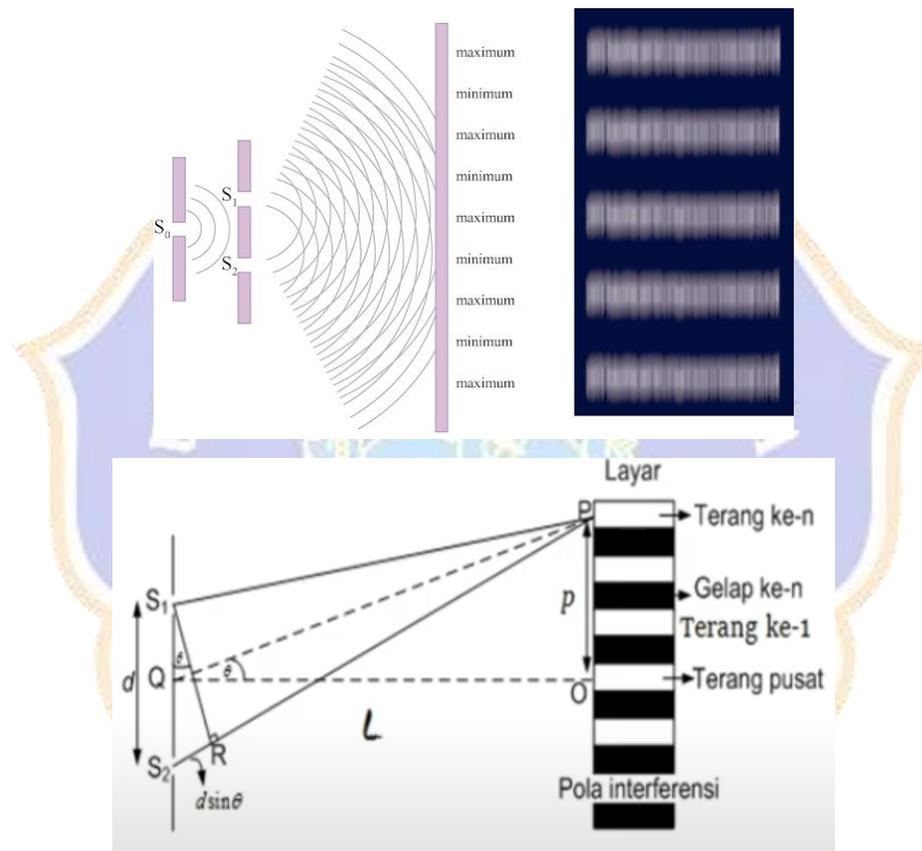
Pernahkah anda mengamati gelembung sabun atau genangan minyak tanah yang tidak disengaja tumpah di permukaan air? di siang hari saat cahaya matahari begitu terang. Kita akan melihat gelembung air sabun akan terlihat berwarna warni. Begitu juga genangan minyak di atas permukaan air, akan terlihat berwarna warni, peristiwa inilah yang disebut dengan fenomena interferensi cahaya.

Interferensi cahaya adalah perpaduan antara dua gelombang cahaya. Ketika dua sumber cahaya yang berasal dari satu sumber bertumpukan pada layar, teramati garis-garis berupa pita terang-gelap secara bergantian. Agar interferensi cahaya dapat teramati dengan jelas, kedua gelombang cahaya itu harus bersifat koheren. Dua gelombang cahaya dikatakan koheren apabila kedua gelombang cahaya tersebut mempunyai amplitudo, frekuensi yang sama, dan fasenya tetap. Ada dua

hasil interferensi cahaya yang dapat teramati dengan jelas jika kedua gelombang tersebut berinterferensi. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperkuat (bersifat konstruktif), akan dihasilkan garis terang yang teramati pada layar. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperlemah (bersifat destruktif), akan dihasilkan garis gelap yang teramati pada layar.

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 2.

Interferensi Young

Cahaya datang pada layar pertama yang diberi celah S_0 menuju layar kedua yang diberi celah S_1 dan S_2 . Gelombang cahaya yang ke luar dari S_1 dan S_2 berasal dari satu sumber cahaya (S_0) sehingga kedua celah ini berlaku sebagai pasangan sumber cahaya koheren. 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 S_1 dan S_2 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 :

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

λ = 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

C. Difraksi Cahaya

Difraksi cahaya (pelenturan cahaya) adalah suatu peristiwa menyebar atau membeloknya gelombang cahaya setelah melewati atau keluar dari suatu penghalang. Biasanya, penghalang yang digunakan berupa sebuah celah sempit atau kisi. Difraksi akan terjadi jika ukuran celah sebanding dengan panjang gelombang Cahaya. Kisi difraksi biasanya digunakan untuk menentukan panjang gelombang cahaya dengan persamaan sebagai berikut.

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

Keterangan :

θ = sudut simpangan atau sudut deviasi

λ = panjang gelombang (m)

d = ukuran celah (m)

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

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

1. Difraksi Celah Tunggal

Saat cahaya melalui celah yang sangat kecil maka dapat terjadi peristiwa terbentuknya pita gelap dan terang yang disebut sebagai difraksi celah tunggal. Setelah cahaya melalui celah tersebut, terbentuklah cahaya baru (dengan menganggap celah sebagai sumber cahaya baru) yang menyebar ke segala arah.

Ketika sebuah sumber gelombang melewati celah sempit 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.

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

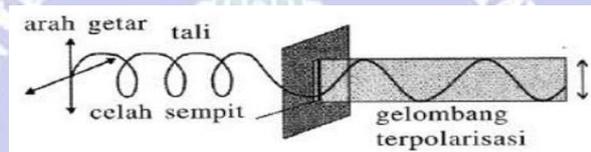
2. Difraksi Pada Kisi

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.

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

D. Polarisasi

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 3.
Gelombang tali yang terpolarisasi

Sebelum dilewatkan pada celah sempit yang vertikal, tali akan bergetar dengan simpangan yang berbentuk spiral, ketika gelombang tali melewati 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/m²)

I = intensitas setelah melewati polarisator (Watt/m²)

θ = 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	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
Bekerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok
	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	3	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	2	Jarang bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	1	Tidak pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
Jujur	4	Selalu menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
	3	Sering menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
	2	Jarang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur

	1	Kadang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
--	---	--

Keterangan :

Teknik Penilaian

Skor maksimal = $4 \times 4 = 16$

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

Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No	Nama Peserta Didik	Kinerja		Jumlah Skor	Nilai
		Presentasi/Bertanya/Menanggapi Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst.					

Rubrik Penilaian Keterampilan

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

Keterangan

Teknik Penilaian

Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$

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



DAFTAR PUSTAKA

- Anna Permanasari, dkk., 2021, Buku Guru dan Buku Siswa: Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta.
- 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.



- LKPD

LKPD PERTEMUAN 1

Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi

Identifikasi masalah 1

Suatu hari, Dinda sedang menonton konser musik di sebuah gedung pertunjukan tertutup. Ia duduk di barisan belakang, sementara temannya, Raka, duduk di barisan depan dekat panggung. Setelah konser selesai, Dinda merasa suara musiknya terdengar agak bergema dan tidak sejelas yang ia harapkan, sedangkan Raka mengatakan suara yang ia dengar sangat jernih dan nyaring.

Beberapa hari kemudian, Dinda dan Raka menghadiri konser yang sama, tapi kali ini diadakan di ruang terbuka (outdoor). Kali ini, Dinda merasa suara terdengar lebih jelas dan tidak bergema, meskipun volumenya tidak sekeras konser di gedung tertutup.

Dinda pun mulai penasaran, mengapa suara bisa terdengar berbeda?

Diskusi

1. Karakteristik gelombang bunyi apa saja yang memengaruhi perbedaan suara yang didengar Dinda dan Raka?
2. Mengapa suara terdengar bergema di gedung tertutup tetapi tidak di ruang terbuka?
3. Bagaimana amplitudo dan frekuensi memengaruhi keras-lemahnya dan tinggi-rendahnya suara yang didengar?
4. Apakah posisi duduk terhadap sumber bunyi memengaruhi kualitas suara? Jelaskan alasannya.

Identifikasi Masalah 2



Gambar 1. Petir

Suatu malam saat hujan deras, Fajar sedang berada di dalam rumah. Tiba-tiba, ia melihat kilatan petir yang sangat terang di langit. Beberapa detik kemudian, ia mendengar suara guntur yang menggelegar. Karena penasaran, Fajar mencoba menghitung selisih waktu antara kilatan petir dan suara guntur. Ia menghitung ada selisih waktu sekitar 6 detik. Fajar ingat bahwa bunyi memiliki kecepatan rambat tertentu di udara, dan hal ini bisa digunakan untuk memperkirakan jarak sumber petir.

Fajar pun mulai bertanya-tanya: Mengapa cahaya petir selalu terlihat lebih dulu daripada suara guntur? Dan bagaimana cara menghitung jarak petir berdasarkan cepat rambat bunyi?

Diskusi

1. Mengapa cahaya petir terlihat lebih dulu dibanding suara guntur meskipun terjadi pada waktu yang sama?
2. Jika kecepatan rambat bunyi di udara sekitar 340 m/s, berapa jarak kira-kira antara Fajar dan sumber petir berdasarkan selisih waktu 6 detik?
3. Apa yang terjadi jika suhu udara lebih tinggi? Apakah akan memengaruhi kecepatan rambat bunyi? Jelaskan alasannya.
4. Dapatkah keadaan tersebut sewaktu-waktu terbalik Dimana Guntur terlebih dahulu baru petir?

LKPD PERTEMUAN 2

Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonansi

Identifikasi masalah

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menjumpai berbagai alat yang menghasilkan bunyi melalui tabung udara, seperti peluit, seruling, suling bambu, atau bahkan botol yang ditiup. Tanpa disadari, alat-alat tersebut bekerja berdasarkan prinsip pipa organa. Sebagai contoh, ketika seseorang meniup mulut botol kosong, akan terdengar bunyi bernada rendah. Namun jika botol diisi sebagian air, nada yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. Kenapa hal ini dapat terjadi?

Diskusi

1. Mengapa bunyi yang dihasilkan saat meniup botol berubah ketika isi botol diubah?
2. Apa perbedaan bunyi yang dihasilkan oleh pipa organa terbuka dan tertutup dalam kehidupan sehari-hari?
3. Bagaimana panjang kolom udara dalam alat seperti peluit atau seruling memengaruhi tinggi nada?
4. Mengapa alat musik tiup tradisional (seperti seruling bambu) menggunakan prinsip pipa organa untuk menghasilkan nada?
5. Bagaimana penerapan prinsip pipa organa membantu kita memahami cara kerja alat musik atau perangkat akustik lainnya?

Uji Pemahaman

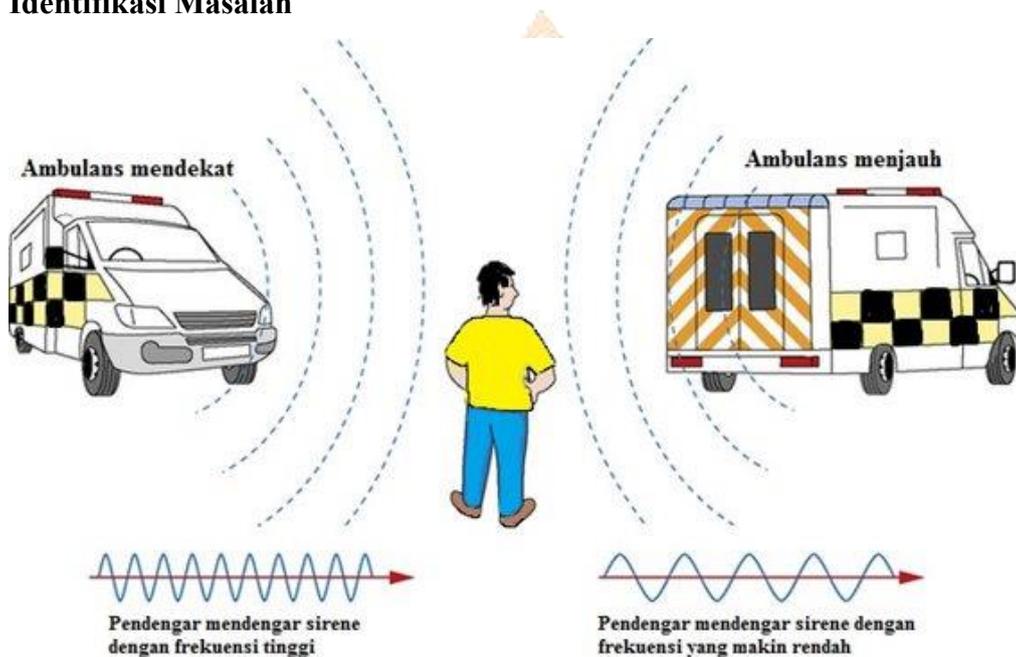
1. Sebuah senar dengan massa 20 gram dan panjang 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 Newton. Tentukan frekuensi nada atas ketiga.
2. Sebuah garpu tala mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 680 Hz. Bunyi tersebut merambat melalui kolom udara pada tabung yang berisi air. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, tentukan panjang kolom udara pada tabung agar terjadi resonansi kedua.

LKPD PERTEMUAN 3

Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf intensitas Bunyi

Efek Doppler dan Pelayangan

Identifikasi Masalah



Pernahkan kalian melihat mobil ambulans atau mobil polisi di jalan raya? ketika mobil ambulans atau mobil polisi mendekat, suara sirene mobil tersebut akan terdengar semakin nyaring, namun ketika mobil tersebut menjauh, suara sirene akan terdengar semakin pelan. Fenomena nyata yang lain seperti kereta api yang melintas, suara pesawat terbang di langit dan lain sebagainya. Fenomena ini disebut efek Doppler.

1. Mengapa suara sirene pada mobil ambulans atau polisi terdengar lebih keras ketika mendekat dan pelan saat menjauh?
2. jelaskan hal yang mempengaruhi perubahan frekuensi suara yang didengar oleh pendengar!
3. Sebuah ambulans bergerak dengan kecepatan 30 m/s menuju seorang pejalan kaki yang diam. Jika frekuensi sirene ambulans adalah 800 Hz dan

kecepatan suara di udara adalah 340 m/s, berapakah frekuensi yang didengar oleh pejalan kaki tersebut?

4. Jika seorang pengamat mendengar dua sumber suara dengan frekuensi yang hampir sama, yaitu satu dari sirene ambulans yang mendekat dan satu dari sirene kendaraan lain yang tetap diam dengan frekuensi 800 Hz, berapakah frekuensi pelayangan yang terjadi? Gunakan hasil dari soal 3 untuk menentukan perbedaan frekuensi.

Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Deskripsi Masalah

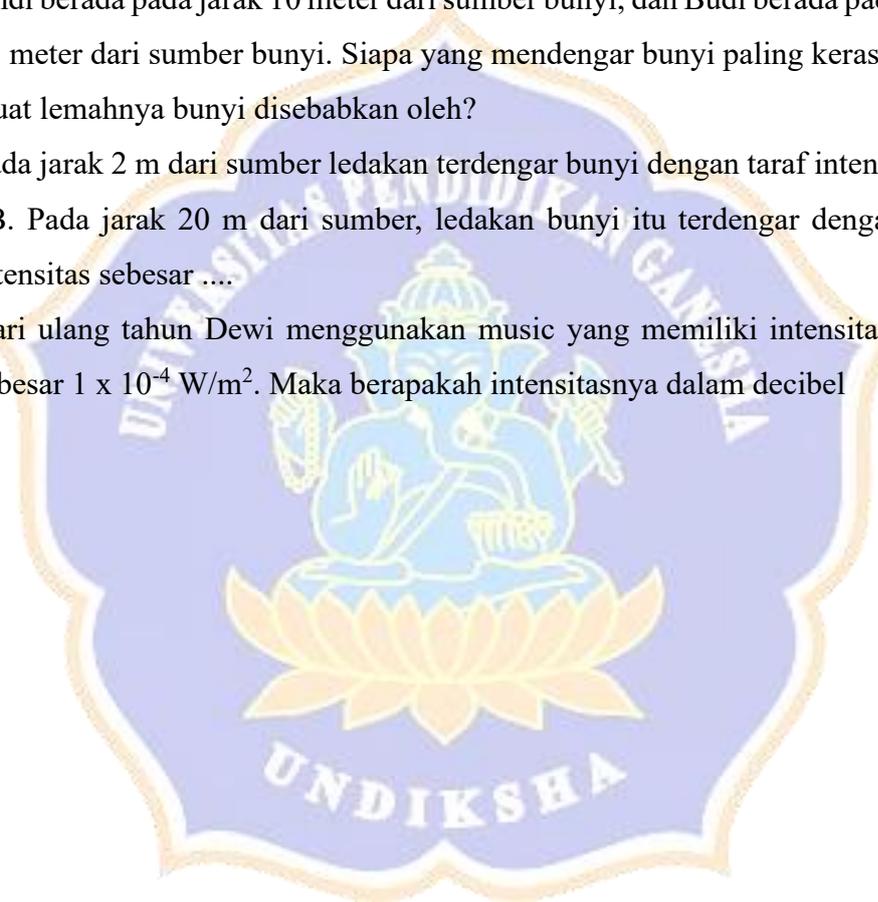


Pada saat malam perayaan tahun baru, banyak orang-orang begadang untuk menunggu detik-detik pergantian tahun masehi. Biasanya, sebelum pukul 00.00 mereka akan melakukan kegiatan bakar jagung bersama untuk mengisi waktu. Tidak sedikit orang-orang yang menyiapkan kembang api untuk merayakan pergantian tahun sehingga di malam tahun baru terasa lebih meriah. Kembang api yang biasa orang-orang gunakan bernama roman candle yang mana kembang api tersebut akan meluncur ke atas dan meledak dengan menghasilkan suara yang keras dan warna yang indah. Apabila kita amati dan dengarkan baik-baik, kita akan mendengar suara ledakan yang keras apabila kita lebih dekat dengan sumber suara

kembang api dan mendengar suara lebih keras lagi apabila tidak hanya satu kembang api yang meledak secara bersamaan. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi?

Diskusi

1. Semakin dekat pendengar dengan sumber suara, maka semakin....suara tersebut dan Semakin jauh pendengar dengan sumber suara, maka semakin....suara tersebut.
2. Andi berada pada jarak 10 meter dari sumber bunyi, dan Budi berada pada jarak 45 meter dari sumber bunyi. Siapa yang mendengar bunyi paling keras?
3. Kuat lemahnya bunyi disebabkan oleh?
4. Pada jarak 2 m dari sumber ledakan terdengar bunyi dengan taraf intensitas 40 dB. Pada jarak 20 m dari sumber, ledakan bunyi itu terdengar dengan taraf intensitas sebesar
5. Hari ulang tahun Dewi menggunakan music yang memiliki intensitas bunyi sebesar $1 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$. Maka berapakah intensitasnya dalam decibel



LKPD PERTEMUAN 4

Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya

Deskripsi Masalah 1



Pernahkah kalian mengamati saat sedang bermain dengan gelembung sabun melihat warna-warni yang muncul di permukaan gelembung. Namun, setelah beberapa saat, warna pada gelembung mulai menghilang sebelum akhirnya pecah.

Diskusi

1. Mengapa gelembung sabun dapat menampilkan warna-warni seperti pelangi?
2. Apa yang menyebabkan warna pada gelembung menghilang sebelum pecah?
3. Apa yang akan terjadi jika gelembung sabun diletakkan di lingkungan dengan kelembaban tinggi?
4. Bagaimana perbedaan indeks bias udara dan sabun mempengaruhi pola interferensi cahaya pada gelembung?

Uji Pemahaman

1. Dalam percobaan celah ganda, jarak kedua celah 0,25 mm, jarak celah ke layar 0,5 m, dan digunakan cahaya dengan panjang gelombang 540 nm. Tentukan Jarak garis gelap ketiga terhadap terang ketiga!
2. Seberkas cahaya lewat celah sempit dan menghasilkan interferensi minimum orde kedua dengan sudut deviasi 30. Apabila lebar celah $2,4 \times 10^{-4}$ cm, tentukan panjang gelombang cahaya tersebut!

Deskripsi Masalah 2



Suatu hari, Rina sedang merapikan koleksi CD lamanya. Saat mengambil salah satu CD dan menyimpannya di bawah cahaya lampu, ia melihat warna-warni yang muncul di permukaan CD tersebut. Rina penasaran, kenapa CD yang awalnya tampak berwarna perak bisa memantulkan berbagai warna seperti pelangi?

Diskusi

1. Apa yang menyebabkan warna-warni muncul pada permukaan CD saat terkena cahaya?
2. Bagaimana pola alur pada CD mempengaruhi cahaya yang dipantulkan?
3. Apakah fenomena ini juga terjadi pada benda lain selain CD?
4. Bagaimana konsep difraksi menjelaskan peristiwa ini?

Uji Pemahaman

1. Seberkas sinar monokromatis dengan panjang gelombang 5×10^{-7} m diarahkan tegak lurus pada kisi, jika jarak layar ke kisi 2 m dan pada layar

terjadi terang ke-3 dengan jarak 150 cm ke terang pusat maka berapakah konstanta kisi yang digunakan?

2. Seberkas sinar dengan panjang gelombang 250 nm datang tegak lurus pada kisi difraksi. Jika spektrum orde ketiga membentuk sudut 37° terhadap garis normal, tentukan banyak garis per cm pada kisi tersebut

Deskripsi Masalah 3



Kalian pasti pernah menggunakan kacamata hitam di siang hari bukan? kacamata hitam tersebut kalian gunakan agar tidak silau saat melakukan perjalanan di siang hari dengan matahari yang begitu terik. mengapa saat kita menggunakan kacamata hitam mata kita bisa melihat dengan jelas tanpa silau?

Diskusi

1. Mengapa kacamata hitam dapat mengurangi silau?
2. Apa yang kalian ketahui dengan polarisasi cahaya?
3. Bagaimana cahaya dapat terpolarisasi setelah dipantulkan oleh permukaan seperti air atau kaca?

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

- **Modul Ajar**



MODUL AJAR

MATERI GELOMBANG, BUNYI DAN CAHAYA

1. Identitas Modul

Nama Penyusun : I Made Dika Permadi
 Institusi : SMA Negeri 1 Petang
 Tahun : 2025
 Jenjang : SMA
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 10 JP (10 x 45 menit)

2. Kompetensi Awal

Peserta didik mengenal konsep gelombang bunyi dan cahaya, yang meliputi:

- Siswa mengenal konsep gelombang bunyi
- Siswa mengenal ciri-ciri gelombang bunyi
- Siswa mengenal efek dopler
- Siswa mengenal dawai dan pipa organa
- Siswa mengenal sifat-sifat gelombang cahaya

3. Profil Pelajar Pancasila

Karakter siswa yang akan dicapai adalah :

- 1) Berintegritas, dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja dan Berintegritas, dan menjaga keselamatan diri dalam keselamatan kerja dan menjaga lingkungan (Beriman dan Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Berakhlak Mulia)
- 2) Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri Menetapkan tujuan dan rencana, serta mengembangkan kendali dan disiplin diri (Mandiri)
- 3) Memperoleh dan mengolah informasi serta menganalisis, mengevaluasi, merefleksi, dan mengevaluasi pikirannya sendiri (Bernalar Kritis)
- 4) Memodifikasi, menghasilkan sesuatu yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak untuk mengatasi berbagai persoalan (Kreatif) mengatasi berbagai persoalan (Kreatif)
- 5) Menunjukkan kolaborasi dan komunikasi untuk tujuan bersama (Gotong Royong)

- 6) Mengenal dan menghargai budaya, kemampuan komunikasi interkultural dalam interaksi dengan sesama, dan refleksi dan tanggung jawab terhadap pengalaman interaksi dengan sesama, dan refleksi dan tanggung jawab terhadap pengalaman kebinekaan (Berkebhinekaan Global)

4. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

- a. Laptop/Smartphone
- b. Kelas
- c. LCD Proyektor
- d. LKPD
- e. Sumber ajar

5. Target Siswa

Perangkat ajar ini dirancang untuk:

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

6. Model Pembelajaran

- Model *Direct Instruction*



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

- Benda yang menghasilkan bunyi disebut dengan sumber bunyi
- Bunyi dapat merambat melalui 3 medium, yaitu zat padat, cair, dan gas
- Bunyi yang dihasilkan oleh suatu sumber bunyi dapat memasuki telinga karena bunyi merambat sebagai gelombang
- Suara sirine mobil pemadam kebakaran yang terdengar semakin jelas saat mendekat, dan semakin melemah saat menjauh.
- Cahaya mempunyai peran penting untuk makhluk hidup terutama manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari.
- Gelombang cahaya bisa dipantulkan jika berkontak langsung pada suatu bidang, baik berupa bidang rata maupun tidak.
- Pelangi terjadi karena adanya pembiasan dan pantulan cahaya matahari yang masuk ke dalam tetesan air hujan.

C. Pertanyaan Pematik

1. Mengapa suara di dalam ruangan tertutup terdengar lebih jelas dibandingkan di tempat terbuka
2. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menghasilkan bunyi melalui getaran dawai. Panjang dan ketegangan senar pada gitar mempengaruhi tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, adakah kaitannya dengan prinsip getaran pada dawai?
3. Pernahkah kalian mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Apa menyebabkan hal tersebut bisa terjadi?
4. Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di dekat panggung namun saat berada jauh dari panggung suara tersebut malah terdengar pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?
5. Mengapa gelembung sabun pada air dapat menghasilkan warna-warni ketika dikenai cahaya matahari?
6. mengapa sisi Compact Disk ketika terkena sinar matahari terlihat warna-warni seperti Pelangi?

D. Persiapan Pembelajaran

1. Materi ajar pada materi gelombang bunyi dan cahaya

- 1) Karakteristik gelombang bunyi
- 2) Cepat Rambat Bunyi
- 3) Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)
- 4) Resonansi
- 5) Efek Doppler
- 6) Pelayangan
- 7) Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi
- 8) Karakteristik gelombang cahaya
- 9) Interferensi Cahaya
- 10) Difraksi Cahaya
- 11) Polarisasi

2. Kontrak Pembelajaran

Membahas Hak dan Kewajiban/ tanggung jawab Siswa selama melakukan proyek pada aspek Gelombang, Bunyi dan Cahaya.

- Siswa berhak mengikuti proses pembelajaran setelah memenuhi prasyarat yang ditetapkan (Hadir paling lambat 5 menit setelah pembelajaran dimulai.
- Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas
- Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas
- Siswa berkewajiban menyelesaikan semua tugas yang diberikan selama proses pembelajaran
- Siswa juga bertanggung jawab atas kelancaran proses pembelajaran

3. Pengaturan Siswa

- Selama Siswa akan bekerja secara berkelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 s/d 6 orang

4. Metode Pembelajaran

- Diskusi, penugasan dan percobaan

E. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1

Alokasi waktu : 3 JP

Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi

A.	Pendahuluan	Waktu
	<p>Fase Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa 2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “Mengapa suara di dalam ruangan tertutup terdengar lebih jelas dibandingkan di tempat terbuka 3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran 4. Menjelaskan manfaat mempelajari gelombang bunyi 	5 menit

E. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi		
B.	Kegiatan Inti	
	<p>Fase Presentasi/Demonstrasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi 2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik 3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab 4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran <p>Fase Latihan Terstruktur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas 2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD 3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan <p>Fase Latihan di Bawah Bimbingan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa 2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat 3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa <p>Fase Latihan Mandiri</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari 	120 menit
C.	Penutup	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru merefleksikan tentang pembelajaran hari ini 2. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius) 	10 menit

Pertemuan 2		
Alokasi waktu : 2 JP		
Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonansi Bunyi		
A.	Pendahuluan	Waktu
	<p>Fase Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa 2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan 	5 menit

Pertemuan 2 Alokasi waktu : 2 JP Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonasi Bunyi		
	<p>dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “Gitar merupakan salah satu alat musik yang menghasilkan bunyi melalui getaran dawai. Panjang dan ketegangan senar pada gitar mempengaruhi tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, adakah kaitannya dengan prinsip getaran pada dawai?</p> <p>3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</p>	
B.	Kegiatan Inti	
	<p>Fase Presentasi/Demonstrasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu sumber bunyi (dawai dan pipa organa) dan resonasi bunyi 2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik 3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab 4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran <p>Fase Latihan Terstruktur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas 2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD 3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan <p>Fase Latihan di Bawah Bimbingan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa 2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat 3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa <p>Fase Latihan Mandiri</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari 	75 menit
C.	Penutup	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru merefleksikan tentang pembelajaran hari ini 2. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius) 	10 menit

Pertemuan 3 Alokasi waktu : 3 JP Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Fase Orientasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa 2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “Pernahkah kalian mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Apa menyebabkan hal tersebut bisa terjadi?” 3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran 	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	Fase Presentasi/Demonstrasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu efek doppler, pelayangan, intensitas dan taraf intensitas bunyi 2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik 3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab 4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran Fase Latihan Terstruktur <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas 2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD 3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan Fase Latihan di Bawah Bimbingan <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa 2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat 3. Guru memberikan masukan dan umpan balik terhadap jawaban siswa Fase Latihan Mandiri <ol style="list-style-type: none"> 2. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan belajar siswa terkait materi yang dipelajari 	120 menit
C.	Penutup	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru merefleksikan tentang pembelajaran hari ini 	10 menit

Pertemuan 3		
Alokasi waktu : 3 JP		
Materi : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi		
	2. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius)	

Pertemuan 4		
Alokasi waktu : 2 JP		
Materi : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya		
A.	Pendahuluan	Waktu
	Fase Orientasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam, berdoa dan menyiapkan mental psikis siswa dan melakukan absensi kehadiran siswa 2. Guru memberikan apersepsi kepada siswa untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan pertanyaan pemantik: “Mengapa gelembung sabun pada air dapat menghasilkan warna-warni ketika dikenai cahaya matahari?” 3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran 	5 menit
B.	Kegiatan Inti	
	Fase Presentasi/Demonstrasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menjelaskan dan memaparkan materi pelajaran sesuai dengan pokok bahasan materi yaitu Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya 2. Siswa menyimak dan mencatat penjelasan guru dengan baik 3. Guru dan siswa melakukan tanya jawab 4. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam pembelajaran. Fase Latihan Terstruktur <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan LKPD terkait materi yang dibahas 2. Siswa mengumpulkan data secara individu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD 3. Guru memberikan bimbingan kepada siswa, apabila siswa mengalami kesulitan Fase Latihan di Bawah Bimbingan <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengecek jawaban pada LKPD yang sudah dikerjakan siswa 2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKPD yang sudah dibuat 	75 menit

Pertemuan 4 Alokasi waktu : 2 JP Materi : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya		
	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	
C.	Penutup	
	1. Guru merefleksikan tentang pembelajaran hari ini 2. Guru mengakhiri pembelajaran dengan doa kepada Tuhan YME, karena pertemuan kali ini telah berlangsung dengan baik dan lancar. (PPK: Religius)	10 menit

I. Asesmen

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

J. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah seluruh siswa mengikuti proses pembelajaran dari awal sampai akhir dengan baik?		
2	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh siswa?		
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?		

K. 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?		

LAMPIRAN

1. Lembar Kerja Peserta Didik
2. Bahan Ajar
3. Kisi – Kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka

Lampiran 1 : Lembar Kerja Peserta Didik

Terlampir

Lampiran 2 : Bahan Ajar

➤ Pertemuan 1

Waktu : 3 JP

Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi

A. Karakteristik Gelombang Bunyi

Bunyi adalah sesuatu yang terdengar atau ditangkap oleh telinga. Klarinet mengeluarkan bunyi karena udara di dalam klarinet bergetar, sedangkan drum berbunyi jika kulitnya bergetar. Berdasarkan dua peristiwa tersebut, dapat disimpulkan bahwa bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar. Sumber bunyi yang bergetar akan menghasilkan gelombang bunyi yang merambat ke segala arah melalui medium (padat, cair, dan gas). Gelombang bunyi tersebut terdengar oleh telinga yang menyebabkan telinga bergetar. Getaran tersebut diterjemahkan oleh otak menjadi bunyi.

Gelombang bunyi merupakan salah satu contoh dari gelombang mekanik. Gelombang mekanik merupakan gelombang yang memerlukan perantara (medium) dalam perambatannya. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang berbentuk gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarnya. Suatu gelombang bunyi dapat ditangkap oleh telinga manusia bergantung pada frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombangnya.

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

1. Pemantulan gelombang bunyi (refleksi)

Ketika suatu bunyi merambat melalui mediumnya, maka bunyi akan dipantulkan apabila mengenai permukaan medium yang keras. Pemantulan gelombang bunyi atau refleksi sering kita rasakan ketika adanya gaung dan gema. Gaung dan gema adalah pemantulan bunyi yang seolah-olah ada yang menirukan. Gema terjadi di ruang yang luas, sehingga pemantulan yang dihasilkan lebih lama, ada jeda waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul. Sedangkan gaung terjadi di ruang yang sempit, sehingga menyebabkan bunyi pantul tidak cukup waktu untuk merambat, akhirnya bunyi datang dan bunyi pantul terdengar bersamaan.

2. Pembiasan gelombang bunyi (refraksi)

Refraksi terjadi ketika ada bunyi yang melewati air dan udara, sehingga bunyi akan dibelokkan atau dibiaskan. Sesuai dengan hukumnya, gelombang datang dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat dan akan dibiaskan mendekati garis normal atau sebaliknya. Pembiasan terjadi pada gelombang bunyi, contohnya ketika pada malam hari suara atau bunyi yang cukup jauh terdengar lebih jelas pada siang hari. Hal ini terjadi karena suhu udara dipermukaan bumi pada siang hari lebih tinggi dari bagian atasnya. Akibatnya lapisan udara pada bagian atas lebih rapat daripada bawahnya. Jadi gelombang bunyi datang secara horizontal dari sumber bunyi ke pendengar arah rambatannya dibelokkan ke atas. Sedangkan pada malam hari arah rambat bunyi akan melengkung ke bawah.

3. Difraksi gelombang bunyi

Difraksi atau pelenturan gelombang bunyi berlaku apabila gelombang melewati celah, celahnya seorde dengan panjang gelombangnya. Gelombang bunyi sangat mudah mengalami difraksi karena panjang gelombang bunyi di udara sekitar beberapa sentimeter hingga meter. Contohnya, kita dapat mendengar suara orang diruangan berbeda dan tertutup karena bunyi dapat melewati celah-celah sempit.

4. Interferensi gelombang bunyi

Interferensi atau perpaduan gelombang bunyi yang terjadi apabila terdapat dua bunyi yang saling padu. Interferensi bunyi terjadi jika ada dua sumber bunyi yang koheren sampai ke telinga kita. Kuat lemahnya bunyi dihasilkan oleh interferensi dua gelombang. Inteferensi konstruktif atau saling menguatkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang keras dan interferensi destruktif atau saling melemahkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang lemah. Contohnya ketika terdapat dua buah

pengeras suara yang dihubungkan pada sebuah generator sinyal dapat berfungsi sebagai dua sumber bunyi yang koheren.

B. Cepat Rambat Bunyi

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

$$v = \lambda \cdot f$$

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

λ = panjang gelombang bunyi (m)

f = frekuensi bunyi (Hz)

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

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

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

1. Cepat rambat bunyi pada zat padat

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis (kg/m^2)

2. Cepat rambat bunyi pada zat cair

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

B = modulus Bulk (N/m^2)

ρ = massa jenis (kg/m^2)

3. Cepat rambat bunyi pada zat gas

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

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = tetapan Laplace

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

T = suhu mutlak (K)

Mr = massa molekul relatif (kg/mol)

➤ **Pertemuan 2**

Waktu : 2 JP

Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonasi

A. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)

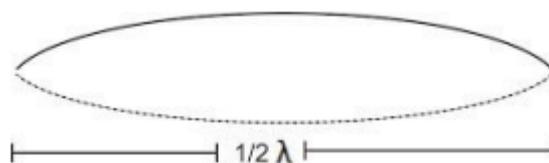
Sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Alat musik seperti biola dan gitar menggunakan dawai (senar) sebagai alat getarnya. Ketika senar pada gitar dipetik maka menghasilkan bunyi dengan nada tertentu dan pola gelombang yang berubah-ubah. Satu senar dapat menghasilkan berbagai pola getaran atau frekuensi. Pada saat bergetar sumber bunyi juga menggetarkan udara disekelilingnya dan kemudian udara mentransmisikan getaran tersebut ke dalam gelombang longitudinal.

1. Dawai

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

a. Nada Dasar

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



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

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

Keterangan:

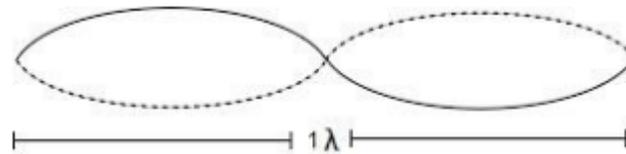
f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

b. Nada Atas ke-1

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



Tali dengan panjang (L) membentuk 1λ , sehingga $L = 1\lambda$ maka $\lambda = L$.

Maka frekuensi nada atas ke-1 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

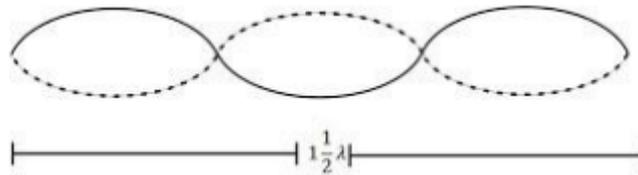
f_1 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

c. Nada Atas ke-2

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



Tali dengan panjang (L) membentuk $1 \frac{1}{2} \lambda$ atau $3/2 \lambda$, sehingga $L = 3/2 \lambda$ maka

$\lambda = 2/3 L$. Maka frekuensi nada atas ke-2 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

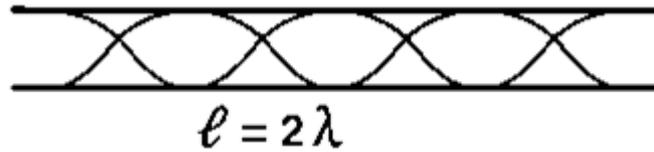
f_2 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

d. Nada Atas ke-3

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



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

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

Keterangan:

f_3 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang dawai (m)

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

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

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau resonansi.

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

Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu:

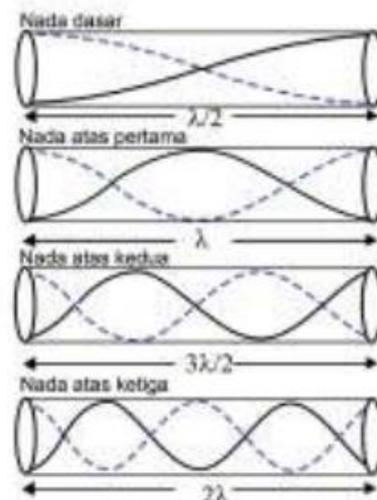
$$f_0 : f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 2 : 3 : 4$$

2. Pipa Organa

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

a. Pipa organa terbuka

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



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah pianika dan terompet. Sama halnya dengan dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang $1/2 \lambda$ dan terus naik dengan beda $1/2 \lambda$, sehingga penentuan frekuensi nada ke-n dapat ditemukan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

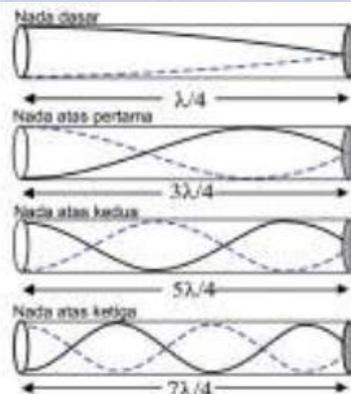
f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang kolom pipa organa (m)

b. Pipa organa tertutup

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



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

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

Keterangan:

f_n = frekuensi nada dasar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

L = panjang kolom pipa organa (m)

3. 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. Untuk menentukan panjang kolom udara dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$L_n = \frac{2n - 1}{4} \lambda$$

➤ **Pertemuan 3**

Waktu : 3 JP

Materi : Efek Doppler, Pelayangan bunyi, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

A. Efek Doppler

Efek doppler merupakan gejala yang mendeskripsikan bahwa apabila pendengar dan sumber bunyi saling mendekati akan terdengar nada yang semakin tinggi, sebaliknya apabila bergerak saling menjauhi maka akan terdengar nada semakin

rendah dibandingkan apabila sumber dan pendengar diam di tempatnya masing-masing. Sehingga didapatkan rumus berikut ini:

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

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pendengar (Hz)

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

f_s = frekuensi yang dipancarkan sumber bunyi (Hz)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

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

B. 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)

C. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

1. Intensitas

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya (daya bunyi) secara tegak lurus. Pada dasarnya gelombang bunyi merupakan rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Besarnya intensitas bunyi disuatu tempat yang berjarak r dari sumber bunyi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:

I = intensitas bunyi (W/m^2)

P = energi tiap waktu atau daya (W)

A = Luas (m^2)

r = jarak tempat dari sumber bunyi (m)

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

2. Taraf intensitas bunyi

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

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

Keterangan:

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

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

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

Berikut merupakan contoh beberapa taraf intensitas beserta sumbernya.

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

➤ **Pertemuan 4**

Waktu : 2 JP

Materi : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi dan Polarisasi Cahaya

A. Karakteristik Gelombang Cahaya

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 382-750 nm. Pada bidang fisika cahaya adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang baik yang kasat mata maupun yang tidak. Gelombang elektromagnetik atau gelombang cahaya adalah suatu gelombang yang dapat merambat tanpa membutuhkan medium.



Gambar 1.
Cahaya Matahari

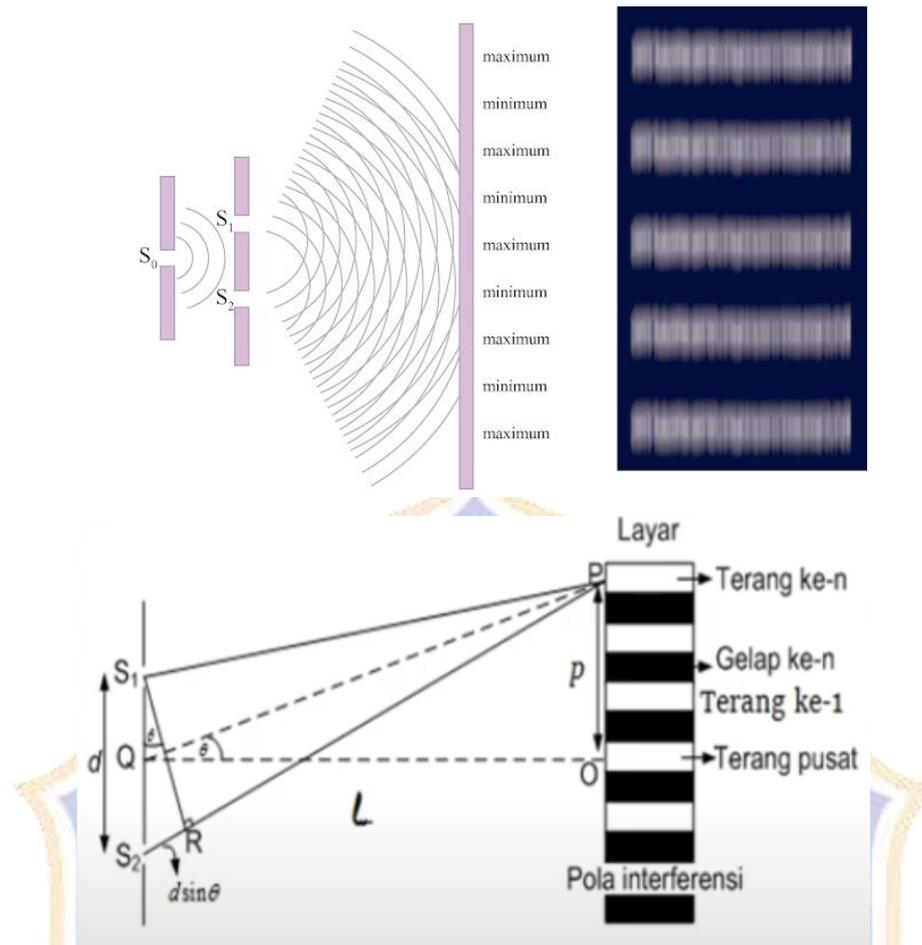
Setiap hari kita merasakan pengaruh dari sinar matahari untuk kehidupan makhluk hidup seperti pakaian basah menjadi kering, siang hari tampak terang, terasa panas ketika berjalan disiang hari. Cahaya memiliki arah rambatan yang tegak lurus dengan arah getarnya sehingga cahaya juga merupakan gelombang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

B. Interferensi Cahaya

Pernahkah anda mengamati gelembung sabun atau genangan minyak tanah yang tidak disengaja tumpah di permukaan air? di siang hari saat cahaya matahari begitu terang. Kita akan melihat gelembung air sabun akan terlihat berwarna warni. Begitu juga genangan minyak di atas permukaan air, akan terlihat berwarna warni, peristiwa inilah yang disebut dengan fenomena interferensi cahaya.

Interferensi cahaya adalah perpaduan antara dua gelombang cahaya. Ketika dua sumber cahaya yang berasal dari satu sumber bertumpukan pada layar, teramati garis-garis berupa pita terang-gelap secara bergantian. Agar interferensi cahaya dapat teramati dengan jelas, kedua gelombang cahaya itu harus bersifat koheren. Dua gelombang cahaya dikatakan koheren apabila kedua gelombang cahaya tersebut mempunyai amplitudo, frekuensi yang sama, dan fasenya tetap. Ada dua hasil interferensi cahaya yang dapat teramati dengan jelas jika kedua gelombang tersebut berinterferensi. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperkuat (bersifat konstruktif), akan dihasilkan garis terang yang teramati pada layar. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperlemah (bersifat destruktif), akan dihasilkan garis gelap yang teramati pada layar.

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 2.
Interferensi Young

Cahaya datang pada layar pertama yang diberi celah S_0 menuju layar kedua yang diberi celah S_1 dan S_2 . Gelombang cahaya yang ke luar dari S_1 dan S_2 berasal dari satu sumber cahaya (S_0) sehingga kedua celah ini berlaku sebagai pasangan sumber cahaya koheren. 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 S_1 dan S_2 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 :

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

λ = 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 gelapp ke-1

$n = 1 \rightarrow$ gelap ke 2

$n = 2 \rightarrow$ gelap ke 3

A. Difraksi Cahaya

Difraksi cahaya (pelenturan cahaya) adalah suatu peristiwa menyebar atau membeloknya gelombang cahaya setelah melewati atau keluar dari suatu penghalang. Biasanya, penghalang yang digunakan berupa sebuah celah sempit atau kisi. Difraksi akan terjadi jika ukuran celah sebanding dengan panjang gelombang Cahaya. Kisi difraksi biasanya digunakan untuk menentukan panjang gelombang cahaya dengan persamaan sebagai berikut.

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

Keterangan :

θ = sudut simpangan atau sudut deviasi

λ = panjang gelombang (m)

d = ukuran celah (m)

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

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

1. Difraksi Celah Tunggal

Saat cahaya melalui celah yang sangat kecil maka dapat terjadi peristiwa terbentuknya pita gelap dan terang yang disebut sebagai difraksi celah tunggal. Setelah cahaya melalui celah tersebut, terbentuklah cahaya baru (dengan menganggap celah sebagai sumber cahaya baru) yang menyebar ke segala arah.

Ketika sebuah sumber gelombang melewati celah sempit 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.

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

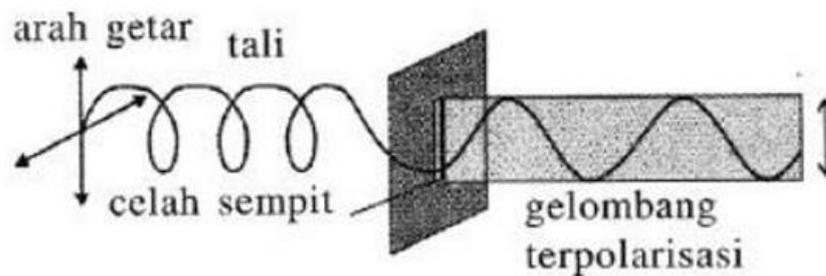
2. Difraksi Pada Kisi

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.

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

B. Polarisasi

Salah satu sifat gelombang yang digunakan oleh kaca mata 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 3. Gelombang tali yang terpolarisasi

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/m²)

I = intensitas setelah melewati polarisator (Watt/m²)

θ = 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	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
Bekerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok
	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	3	Sering bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	2	Jarang bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
	1	Tidak pernah bertanggung jawab dalam mengikuti jalannya pembelajaran
Jujur	4	Selalu menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
	3	Sering menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
	2	Jarang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur

	1	Kadang menjawab pertanyaan dan melakukan kegiatan dengan jujur
--	---	--

Keterangan :

Teknik Penilaian

Skor maksimal = $4 \times 4 = 16$

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

Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No	Nama Peserta Didik	Kinerja		Jumlah Skor	Nilai
		Presentasi/Bertanya/Menanggapi	Visualisasi		
1					
2					
3					
4					
5					
Dst.					

Rubrik Penilaian Keterampilan

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

Keterangan

Teknik Penilaian

Skor maksimal = $2 \times 4 = 8$

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

DAFTAR PUSTAKA

- Anna Permanasari, dkk., 2021, Buku Guru dan Buku Siswa: Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta.
- 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.



2. LKPD Direct Instruction

LKPD PERTEMUAN 1

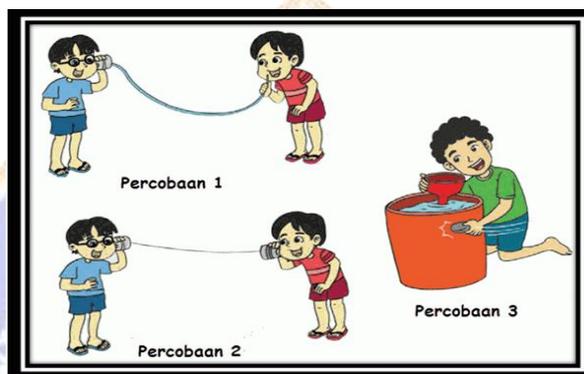
Materi : Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi

Kelas : XI

Mata Pelajaran : Fisika

1. Memahami dan mengemukakan konsep dan karakteristik gelombang bunyi
2. Menentukan cepat rambat gelombang bunyi dalam berbagai medium

Soal :



1. Apa perbedaan utama antara percobaan 1, percobaan 2 dan percobaan 3 dalam hal perambatan gelombang bunyi? Jelaskan!
2. Dari soal gambar percobaan no 1, manakah yang menghasilkan suara paling jelas? Jelaskan!
3. Jika panjang gelombang 25 m dan cepat rambat bunyi 400 m/s, maka tentukanlah frekuensi dan periode dari sebuah gelombang bunyi tersebut!
4. Ratni berada diluar ruangan dan melihat kilatan petir, 5 detik kemudian Ratni mendengar suara lokasi, apabila kecepatan bunyi diudara 340 m/s, maka tentukanlah jarak antara siswa dan lokasi petir pada saat kejadian tersebut.
5. Tentukan laju bunyi di udara pada suhu 0° C. Jika konstantan laplace 1,4 dan massa molekul relatife udara 29×10^{-3} kg/mol serta konstanta umum gas 8,314 J/mol.K!

LKPD PERTEMUAN 2

Materi : Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) dan Resonansi Bunyi

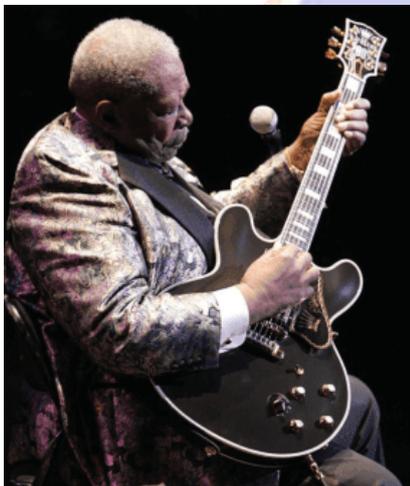
Kelas : XI

Mata Pelajaran : Fisika

Tujuan Pembelajaran :

1. Memahami dan menentukan bunyi pada dawai dan pipa organa
2. Mengemukakan fenomena resonansi dalam berbagai aplikasi kehidupan sehari-hari

Soal



(a)



(b)

Dua orang bermain musik (a) pemain gitar, (b) pemain terompet.

1. Perhatikan gambar (a), seorang gitaris sedang memainkan gitar. Coba kemukakan cara-cara yang dapat dilakukan gitaris untuk mengubah tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. menjelaskan berdasarkan konsep fisika bunyi!
2. Dewi memiliki gitar dengan panjang senar 45 cm dan massa jenis yang dimiliki senar tersebut adalah 0.01 kg/m. Apabila senar tersebut diberikan tegangan sebesar 200 N dan bergetar pada mode nada dasar dan panjang senar setara dengan dua kali panjang gelombang. Maka berapakah frekuensi nada dasar yang dihasilkan oleh senar tersebut?
3. Sebuah pipa organa terbuka memiliki panjang 4 m di kedua ujungnya dan menghasilkan frekuensi nada dasar 120 Hz. Apabila kecepatan gelombang suara

di udara sebesar 340 m/s maka berapakah panjang gelombang dari suara yang dihasilkan oleh pipa organa terbuka tersebut?

4. Sebuah senar bermassa 20 gram yang panjangnya 1 meter ditegangkan dengan gaya 800 N. Tentukan frekuensi nada dasar dan nada atas ketiga.
5. Sebuah tabung resonansi digunakan untuk menentukan cepat rambat bunyi di udara. Resonansi kedua terjadi saat panjang kolom udara 45 cm. Jika frekuensi garpu tala yang digunakan dalam percobaan adalah 600 Hz, tentukanlah cepat rambat bunyi di udara.



LKPD PERTEMUAN 3

Materi : : Efek Doppler, Pelayangan, Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Kelas : XI

Tujuan Pembelajaran :

1. Menerapkan fenomena Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari
2. Memahami dan menganalisis konsep pelayangan bunyi
3. Menganalisis hubungan antara intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi

Soal

1. Seorang pemuda mengendarai motornya bergerak dengan 36 km/jam saling mendekati dengan sebuah ambulans yang membunyikan sirine berfrekuensi 600 Hz. Bila cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, frekuensi yang didengar pengendara motor 700 Hz maka berapakah kecepatan mobil ambulans?
2. Seorang penonton pada lomba balap mobil mendengar bunyi (deru mobil) yang berbeda, ketika mobil mendekat dan menjauh. Rata-rata mobil balap mengeluarkan bunyi 800 Hz. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s dan kecepatan mobil 20 m/s maka berapakah frekuensi yang di dengar saat mobil mendekat?
3. Jika dua buah sumber bunyi masing-masing dengan frekuensi 2.000 Hz dan 2.010 Hz berbunyi dengan serentak, maka akan timbul pelayangan bunyi dengan frekuensi
4. Taraf intensitas bunyi pada jarak 1 meter dari sumber bunyi adalah 80 dB. Tentukan taraf intensitas pada jarak 10 meter dari sumber bunyi
5. Sebuah sumber bunyi dengan daya 50 W memancarkan gelombang ke medium sekelilingnya yang homogen. Tentukan intensitas gelombang bunyi tersebut pada jarak 10 meter dari sumber bunyi!

LKPD PERTEMUAN 4

Materi : : Karakteristik Gelombang Cahaya, Interferensi, Difraksi, dan Polarisasi Cahaya

Kelas : XI

Mata Pelajaran : Fisika

Tujuan Pembelajaran :

1. Menganalisis karakteristik gelombang cahaya dan spektrumnya
2. Mengemukakan dan menganalisis peristiwa interferensi Cahaya
3. Mengemukakan dan menganalisis peristiwa difraksi cahaya
4. Menerapkan konsep polarisasi dalam kehidupan sehari-hari

Soal

1. Dua celah sempit yang terpisah pada jarak 0,2 mm disinari tegak lurus. Garis terang ke-3 terletak 7,5 mm dari garis terang ke-0 pada layar yang jaraknya 1 m dari celah. Berapakah panjang gelombang sinar yang dipakai?
2. Dalam percobaan celah ganda, jarak kedua celah 0,25 mm, jarak celah ke layar 0,5 m, dan digunakan cahaya dengan panjang gelombang 540 nm. Tentukan Jarak garis gelap ketiga terhadap terang ketiga!
3. Seberkas cahaya lewat celah sempit dan menghasilkan interferensi minimum orde kedua dengan sudut deviasi 30. Apabila lebar celah $2,4 \times 10^{-4}$ cm, tentukan panjang gelombang cahaya tersebut!
4. Seberkas sinar dengan panjang gelombang 250 nm datang tegak lurus pada kisi difraksi. Jika spektrum orde ketiga membentuk sudut 37° terhadap garis normal, tentukan banyak garis per cm pada kisi tersebut
5. Sudut Brewster untuk cahaya yang dipantulkan oleh permukaan kaca adalah 60° . Tentukan indeks bias kaca.

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. 1 Hasil Pretest Kelompok Eksperimen

- Butir Soal Nomor 1-10

Absen	Nomor Soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
6	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
7	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
10	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
15	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
16	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
19	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
20	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
21	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
22	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
23	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
24	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
25	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
28	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
29	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
30	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
31	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
32	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1

- Butir Soal 11-20

Absen	Nomor Soal										Total	Nilai
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	35
2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	8	40
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25
4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	9	45
5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6	30
6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6	30
7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8	40
8	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	20
9	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	8	40
10	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	30
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	15
12	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	25
13	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	8	40
14	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	7	35
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20
16	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6	30
17	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	6	30
18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	25
19	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	8	40
20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	30
21	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	25
22	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7	35
23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	20
24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	35
25	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	25
26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	15
27	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	30
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15
29	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	7	35
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	25
32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	30

Lampiran 4. 2 Hasil Pretest Kelompok Kontrol

- Butir Soal 1-10

Absen										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
12	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
13	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
21	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
23	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
24	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
25	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
29	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
31	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
32	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

- Butir Soal 11-20

Absen	Nomor Soal										Total	Nilai
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6	30
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	15
3	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	7	35
4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	25
5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8	40
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	10
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	30
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	20
9	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	7	35
10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	15
11	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8	40
12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	25
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25
14	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	15
15	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	6	30
16	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	6	30
17	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	20
18	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	9	45
19	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	5	25
20	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6	30
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10
22	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	7	35
23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	20
24	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	35
25	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	6	30
26	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	25
27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15
28	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6	30
29	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	25
30	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6	30
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	35
32	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	20

Lampiran 4. 3 Hasil Posttest Kelompok Eksperimen

- Butir Soal 1-10

Absen	Nomor Soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
12	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
14	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
26	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
27	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
31	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
32	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1

- Butir Soal 11-20

Absen	Nomor Soal										Total	Nilai
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	17	85
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	95
3	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14	70
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100
5	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	16	80
6	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16	80
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100
8	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	13	65
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100
10	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	17	85
11	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	11	55
12	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	14	70
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90
15	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	13	65
16	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	17	85
17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85
18	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	15	75
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	95
20	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	16	80
21	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	15	75
22	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	18	90
23	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	13	65
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95
25	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	15	75
26	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	11	55
27	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	16	80
28	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	12	60
29	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	18	90
30	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	14	70
31	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	15	75
32	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	16	80

Lampiran 4. 4 Hasil Posttest Kelompok Kontrol

- Butir Soal 1-10

Absen	Nomor Soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
13	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
14	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
16	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1
17	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
20	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
21	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
22	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
27	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
28	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
30	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
32	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1

- Butir Soal 11-20

Absen	Nomor Soal										Total	Nilai
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15	75
2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	11	55
3	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	17	85
4	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	14	70
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	90
6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	10	50
7	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	14	70
8	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	13	65
9	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	18	90
10	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	11	55
11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	18	90
12	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	14	70
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25
14	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	12	60
15	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	15	75
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	80
17	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	13	65
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100
19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14	70
20	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	15	75
21	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	11	55
22	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	17	85
23	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	13	65
24	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	17	85
25	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	16	80
26	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	13	65
27	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	12	60
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16	80
29	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	13	65
30	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16	80
31	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	90
32	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	12	60

LAMPIRAN V
HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN

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

	Kelas	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Nilai	Pretest Kelas Kontrol	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
	Posttest Kelas Kontrol	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
	Pretest Kelas Eksperimen	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
	Posttest Kelas Eksperimen	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Descriptives

Nilai	Kelas	Statistic	Std. Error		
Nilai	Pretest Kelas Kontrol	Mean	26.56	1.563	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	23.38	
			Upper Bound	29.75	
		5% Trimmed Mean	26.56		
		Median	27.50		
		Variance	78.125		
		Std. Deviation	8.839		
		Minimum	10		
		Maximum	45		
		Range	35		
		Interquartile Range	14		
		Skewness	-.098	.414	
		Kurtosis	-.512	.809	
		Nilai	Posttest Kelas Kontrol	Mean	72.97
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			68.35	
	Upper Bound			77.59	
5% Trimmed Mean	72.74				
Median	70.00				
Variance	164.289				
Std. Deviation	12.818				
Minimum	50				
Maximum	100				
Range	50				
Interquartile Range	19				
Skewness	.215			.414	
Kurtosis	-.716			.809	
Nilai	Pretest Kelas Eksperimen			Mean	29.22
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	26.28	
			Upper Bound	32.15	
		5% Trimmed Mean	29.24		
		Median	30.00		

	Variance		66.305	
	Std. Deviation		8.143	
	Minimum		15	
	Maximum		45	
	Range		30	
	Interquartile Range		10	
	Skewness		-.066	.414
	Kurtosis		-.744	.809
Posttest Kelas Eksperimen	Mean		80.16	2.284
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	75.50	
		Upper Bound	84.81	
	5% Trimmed Mean		80.35	
	Median		80.00	
	Variance		166.910	
	Std. Deviation		12.919	
	Minimum		55	
	Maximum		100	
	Range		45	
	Interquartile Range		20	
	Skewness		-.180	.414
	Kurtosis		-.888	.809



Lampiran 5. 2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

Tests of Normality

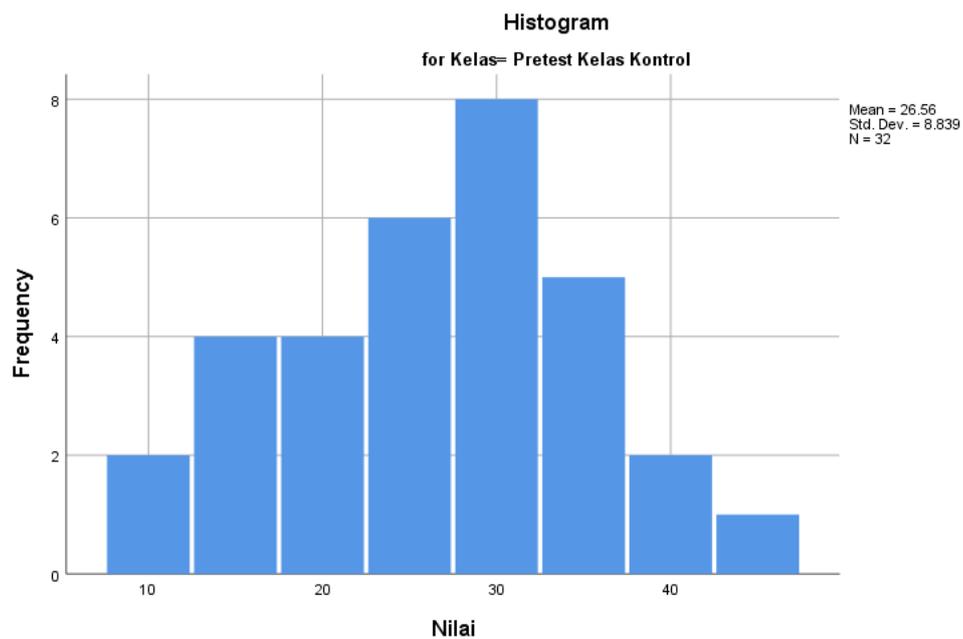
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai	Pretest Kelas Kontrol	.151	32	.060	.962	32	.319
	Posttest Kelas Kontrol	.123	32	.200*	.972	32	.542
	Pretest Kelas Eksperimen	.132	32	.168	.950	32	.148
	Posttest Kelas Eksperimen	.093	32	.200*	.957	32	.225

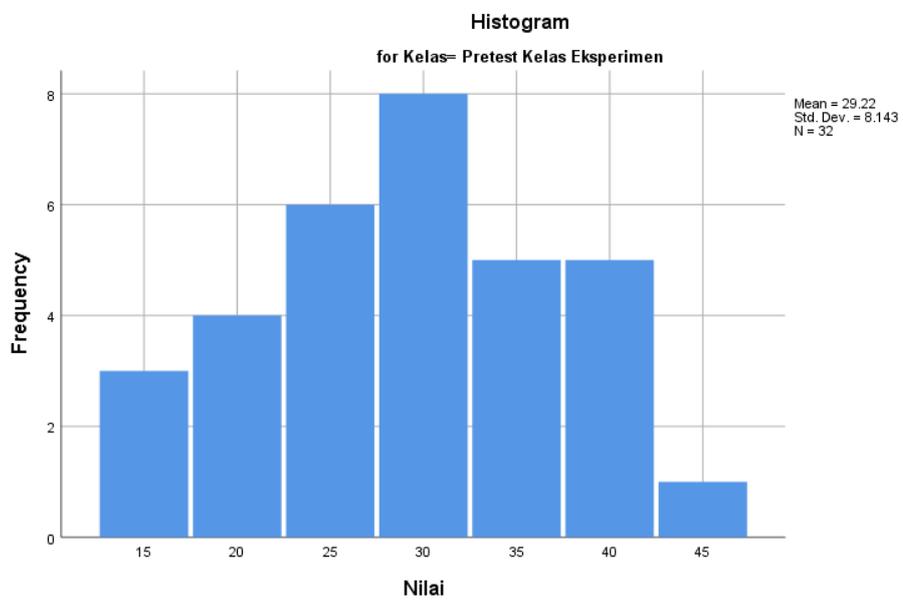
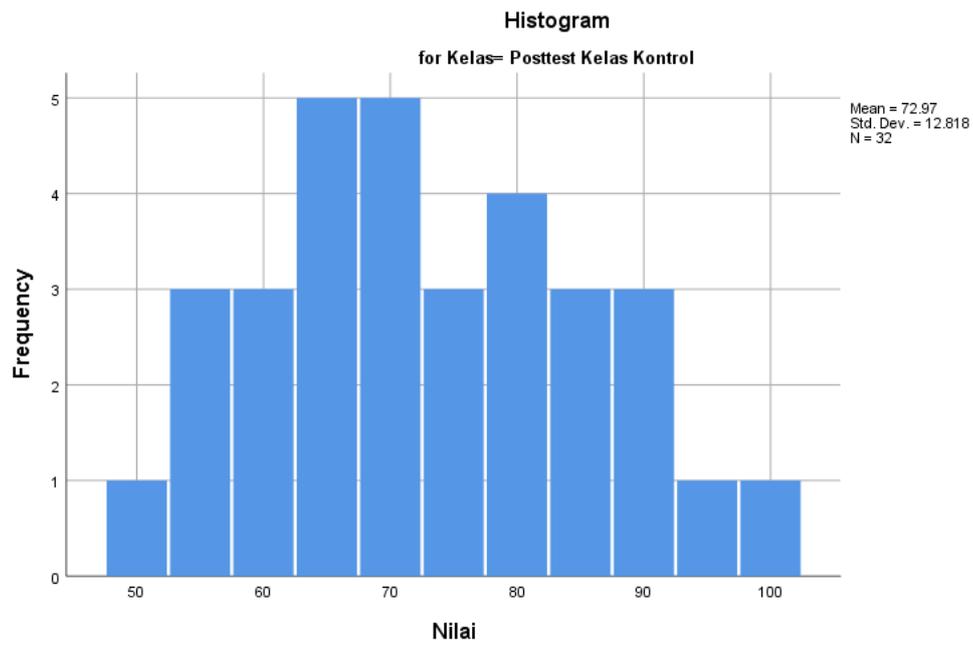
*. This is a lower bound of the true significance.

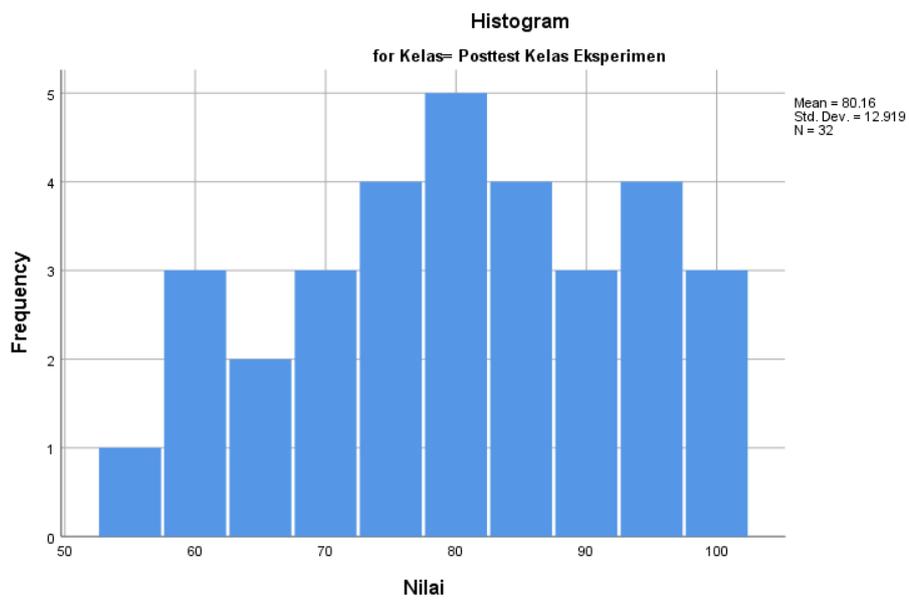
a. Lilliefors Significance Correction

Nilai

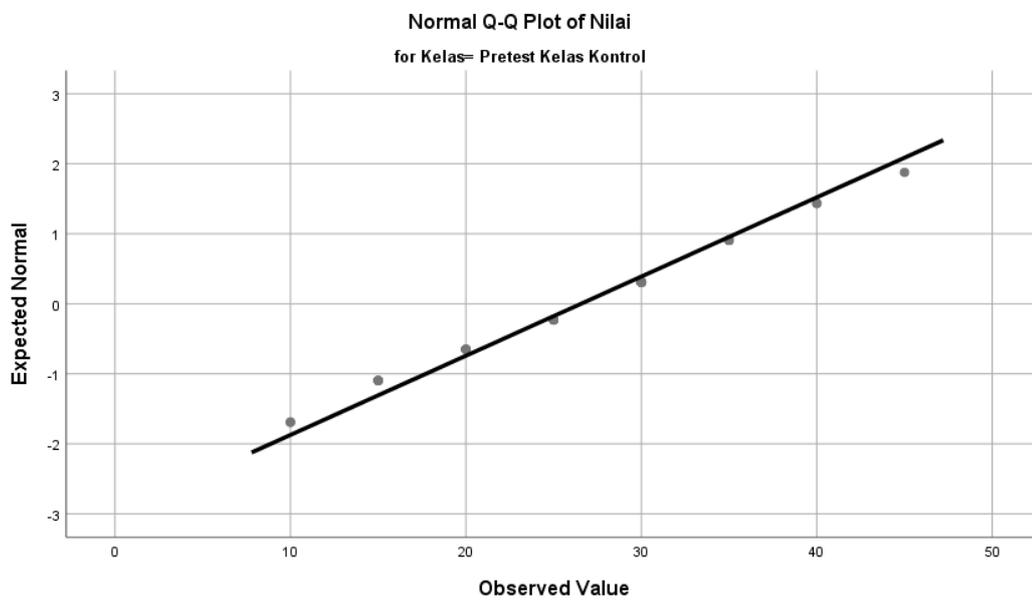
Histograms

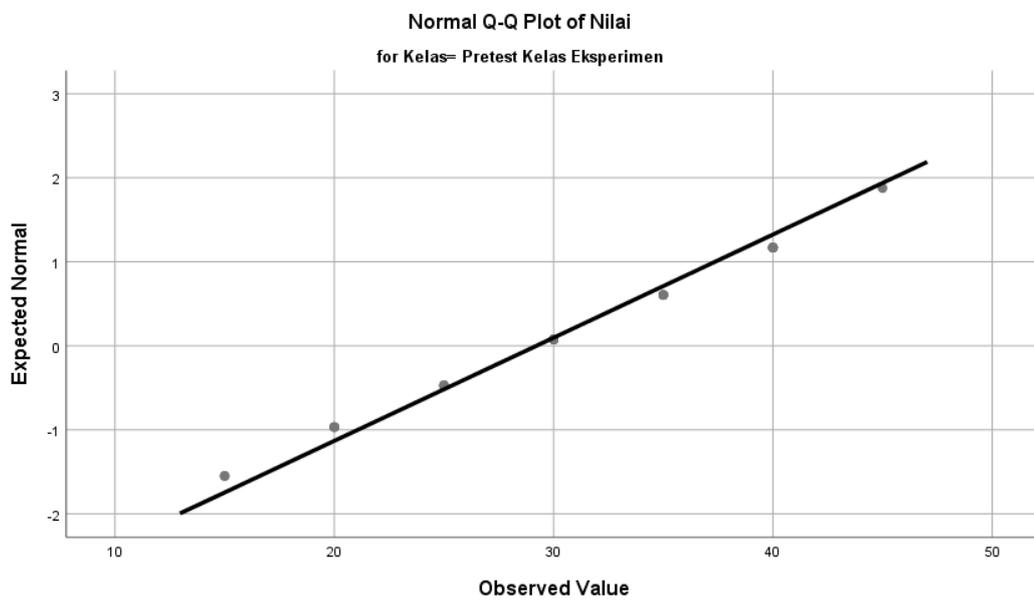
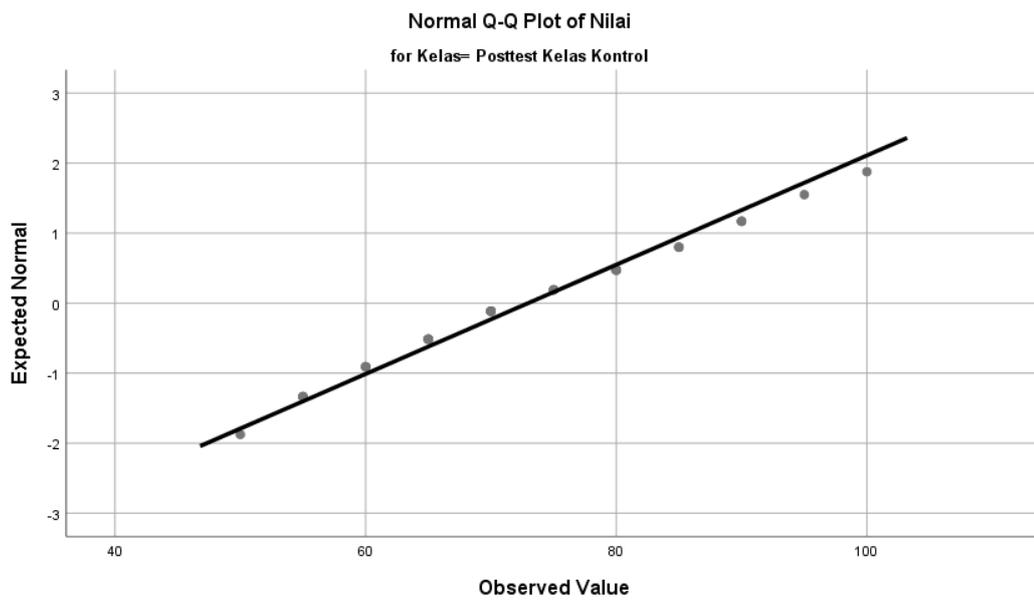


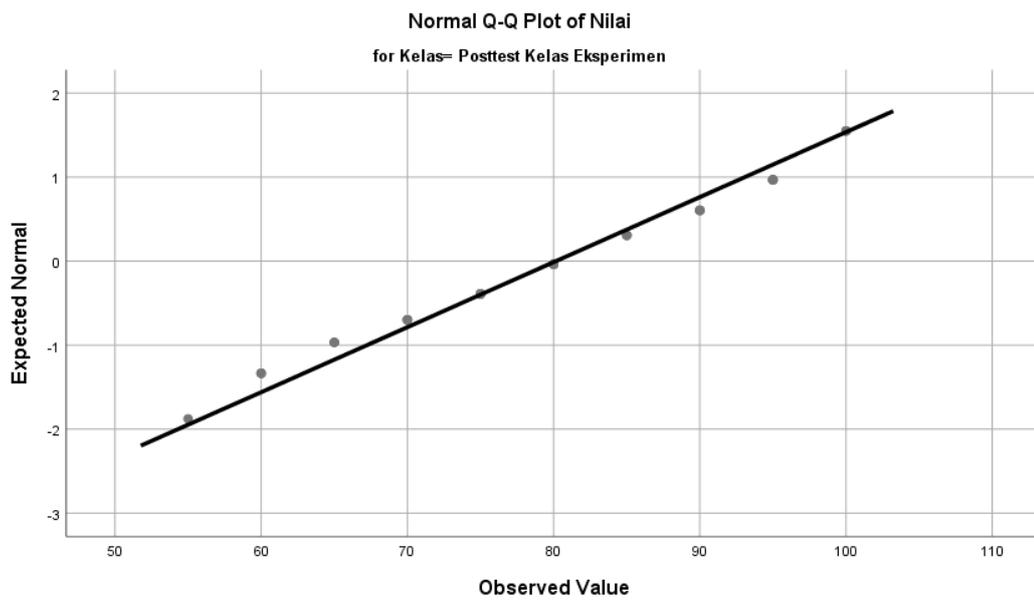




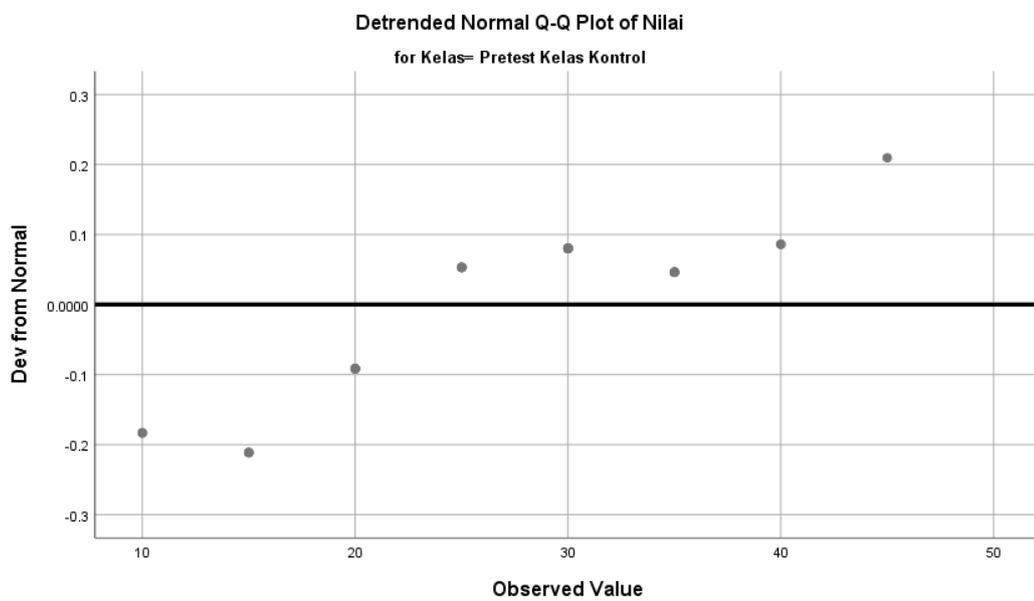
Normal Q-Q Plots



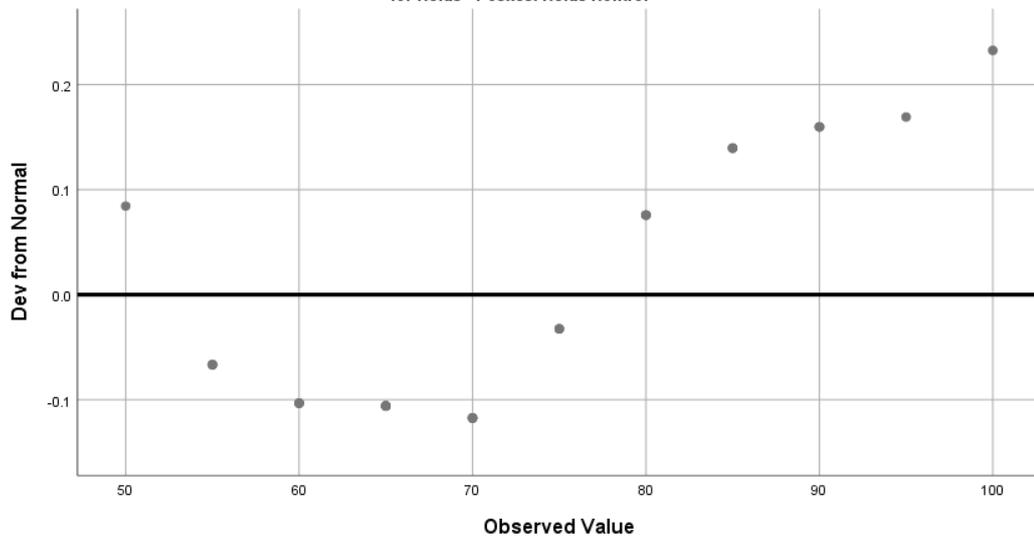




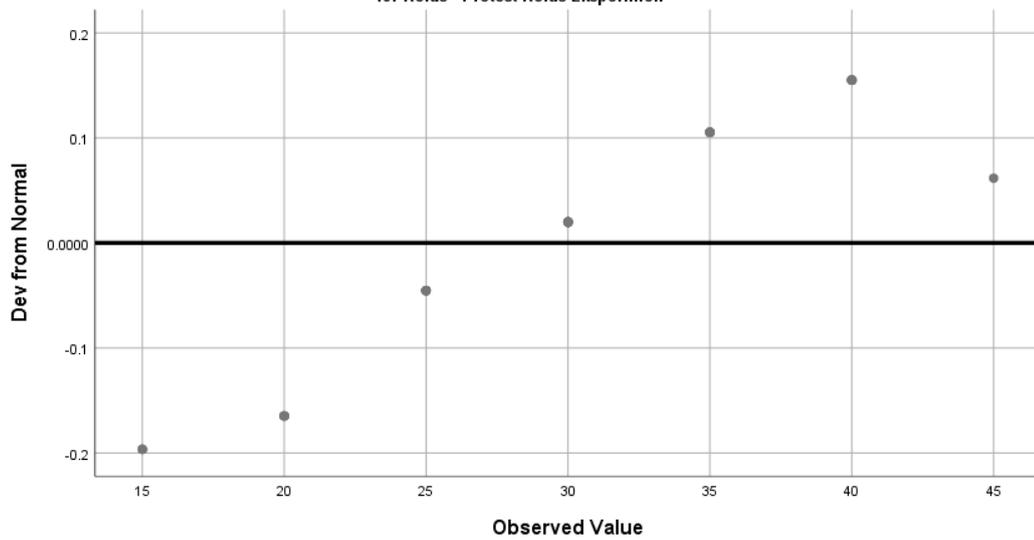
Detrended Normal Q-Q Plots

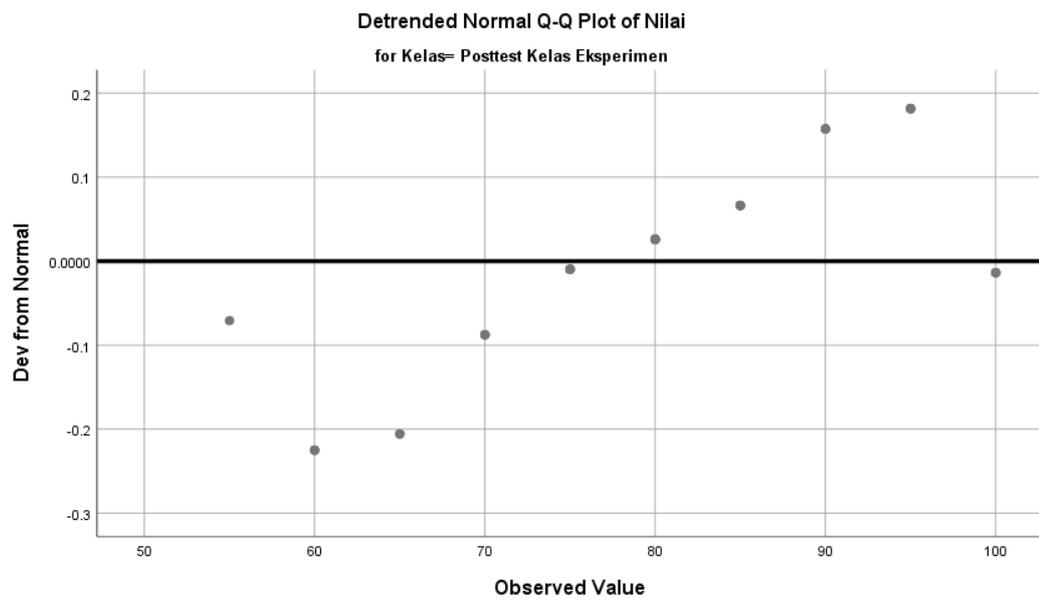


Detrended Normal Q-Q Plot of Nilai
for Kelas= Posttest Kelas Kontrol



Detrended Normal Q-Q Plot of Nilai
for Kelas= Pretest Kelas Eksperimen





Lampiran 5. 3 Output SPSS Analisis Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.276	1	62	.601
	Based on Median	.388	1	62	.535
	Based on Median and with adjusted df	.388	1	61.968	.535
	Based on trimmed mean	.278	1	62	.600
Posttest	Based on Mean	.009	1	62	.926
	Based on Median	.000	1	62	1.000
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	61.802	1.000
	Based on trimmed mean	.005	1	62	.943



Lampiran 5.4 Output SPSS Analisis Uji Linearitas

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest * Pretest	64	100.0%	0	0.0%	64	100.0%

Report

Posttest

Pretest	Mean	N	Std. Deviation
10	52.50	2	3.536
15	57.86	7	2.673
20	64.38	8	3.204
25	70.83	12	3.589
30	79.38	16	4.031
35	88.50	10	3.375
40	95.71	7	3.450
45	100.00	2	.000
Total	76.56	64	13.270

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest * Pretest	Between Groups	(Combined)	10407.173	7	1486.739	121.264	.000
		Linearity	10329.785	1	10329.785	842.539	.000
		Deviation from Linearity	77.387	6	12.898	1.052	.402
	Within Groups	686.577	56	12.260			
Total			11093.750	63			

Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
Posttest * Pretest	.965	.931	.969	.938

Lampiran 5. 5 Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Model_Pembelajaran	1	Problem Based Learning	32
	2	Direct Instruction	32

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Posttest hasil belajar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10498.049 ^a	2	5249.024	537.502	.000
Intercept	6681.808	1	6681.808	684.219	.000
Pretest	9671.486	1	9671.486	990.363	.000
Model_Pembelajaran	168.264	1	168.264	17.230	.000
Error	595.701	61	9.766		
Total	386250.000	64			
Corrected Total	11093.750	63			

a. R Squared = ,946 (Adjusted R Squared = ,945)



Lampiran 5. 6 Analisis Uji Lanjut LSD

1. *Output* SPSS Analisis Uji Lanjut LSD

Estimates

Dependent Variable: Posttest hasil belajar

Model_Pembelajaran	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Problem Based Learning	78.204 ^a	.556	77.093	79.316
Direct Instruction	74.921 ^a	.556	73.809	76.032

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest hasil belajar = 27,89.



Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Posttest hasil belajar

(I) Model_Pembelajaran	(J) Model_Pembelajaran	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Problem Based Learning	Direct Instruction	3.284 [*]	.791	.000	1.702	4.865
Direct Instruction	Problem Based Learning	-3.284 [*]	.791	.000	-4.865	-1.702

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 hasil belajar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	168.264	1	168.264	17.230	.000
Error	595.701	61	9.766		

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

2. Menghitung Besar Penolakan LSD

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 64 siswa, terdiri atas 32 siswa pada kelompok eksperimen (Model *Problem Based Learning*), dan 32 siswa pada kelompok kontrol (Model *Direct Instruction*). Jumlah kelompok perlakuan yang digunakan $a = 2$ dan taraf signifikansi yang digunakan $\alpha = 0,05$. Berdasarkan ANAKOVA satu jalur diperoleh nilai MS_E sebesar 9,766, sehingga nilai LSD yaitu:

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}; N - a} \sqrt{MS_e \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

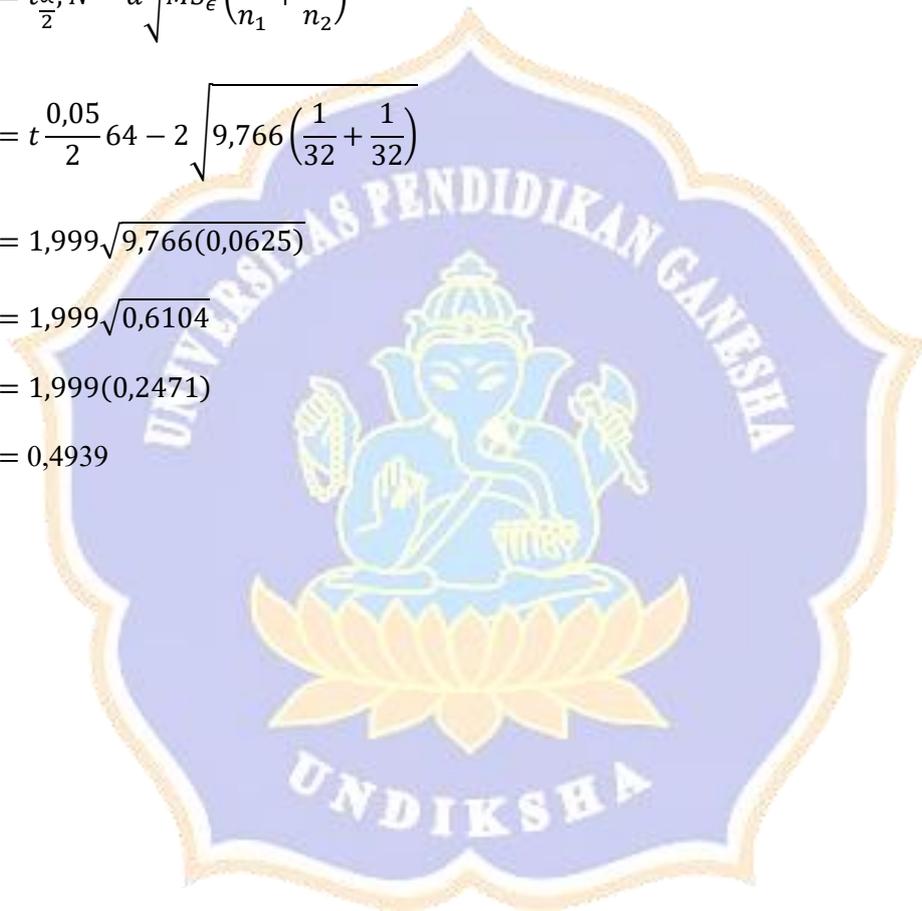
$$LSD = t_{\frac{0,05}{2}; 64 - 2} \sqrt{9,766 \left(\frac{1}{32} + \frac{1}{32} \right)}$$

$$LSD = 1,999 \sqrt{9,766(0,0625)}$$

$$LSD = 1,999 \sqrt{0,6104}$$

$$LSD = 1,999(0,2471)$$

$$LSD = 0,4939$$



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 Observasi Penelitian Ke Sekolah

Lampiran 7.2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian



Lampiran 7. 1 Surat Observasi Penelitian Ke Sekolah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FISIKA DAN PENGAJARAN IPA
 Jalan Udayana Singaraja-Bali 81116 Tlp. (0362) 22570 . (0362) 25735
 Laman: www.undiksha.ac.id

Nomor : 02UN48.9.10/TU/2025 Singaraja, 03 Januari 2024

Lampiran : -
 Perihal : Observasi Penelitian Ke Sekolah

Kepada

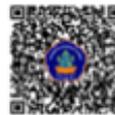
Yth : Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Petang
 di
 Tempat

Dengan hormat, dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi, bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan informasi atau data yang diperlukan kepada mahasiswa berikut.

No	Nama	NIM	Prodi
1	I Made Dika Permadi	2113021014	SI Pendidikan Fisika

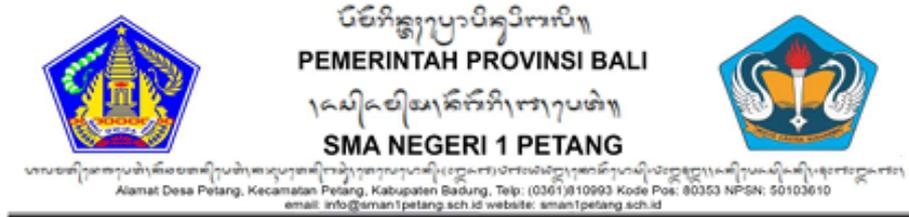
Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
 Ketua Jurusan Fisika dan Pengajaran
 IPA



Prof. Dr. Ni Made Pujani, M.Si
 NIP 196311041988032001

Lampiran 7.2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian



SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN **NOMOR : B.10.420/1647/SMAN 1 PETANG/DIKPORA**

Berdasarkan surat dari Universitas Pendidikan Ganesha Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA Nomor : 02UN48.9.10/TU/2025 tanggal 3 Januari 2025, maka dengan ini Kepala Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Petang menerangkan kepada:

Nama : I Made Dika Permadi
 NIM : 2113021014
 Judul Penelitian : Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa di SMA
 Lokasi Penelitian : SMA Negeri 1 Petang

Memang benar mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian dari tanggal 9 April s/d 19 Mei 2025 di SMA Negeri 1 Petang.

Demikian surat ijin kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Bali
 Pada tanggal 2 Juni 2025

