



LAMPIRAN I

INSTRUMEN PENELITIAN

- 1.1 Kisi – Kisi Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Uji Coba)**
- 1.2 Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Uji Coba)**
- 1.3 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Uji Coba)**
- 1.4 Kisi – Kisi Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*Pretest* dan *Posttest*)**
- 1.5 Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*Pretest* dan *Posttest*)**
- 1.6 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*Pretest* dan *Posttest*)**

Lampiran 1.1

KISI – KISI TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA UJI COBA

- Satuan Pendidikan : SMA
- Mata Pelajaran : Fisika
- Program Studi : MIPA
- Kurikulum : 2013
- Alokasi Waktu : 2 JP (2 x 45 menit)
- Jumlah : 16 butir soal essay
- Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Cahaya
- Kompetensi Inti : **KI 3** : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4** : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.
- Kompetensi Dasar : 3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi
- 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi

Pokok Bahasan	Indikator Soal	No Soal Per Dimensi HOTS			Jumlah Soal
		C4	C5	C6	
Gelombang Bunyi	Menganalisis dan merumuskan hipotesis mengenai sifat dan karakteristik gelombang bunyi	1		5	2
	Menganalisis suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dalam menentukan cepat rambat bunyi pada suatu medium	2,3			2
	Memeriksa kembali suatu pernyataan mengenai fenomena dawai dan pipa organa		10		1
	Merumuskan persamaan dari suatu kasus nyata fenomena efek doppler dalam kehidupan sehari-hari			6,4	2
	Memberikan solusi untuk memecahkan suatu permasalahan terkait taraf intensitas dan intensitas bunyi			7	1
Gelombang Cahaya	Memeriksa kembali suatu kesimpulan dari fenomena difraksi cahaya		8,11		2
	Menganalisa dan membuat kesimpulan dari suatu kasus pada interferensi dalam percobaan young	12		9	2
	Menganalisis fenomena interferensi pada lapisan tipis untuk memecahkan suatu permasalahan	13			1
	Menganalisis dan merumuskan hipotesis dari suatu kasus fenomena difraksi pada celah tunggal	15		14	2
	Menganalisa suatu fenomena polarisasi cahaya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	16			1
Jumlah		7	3	6	16

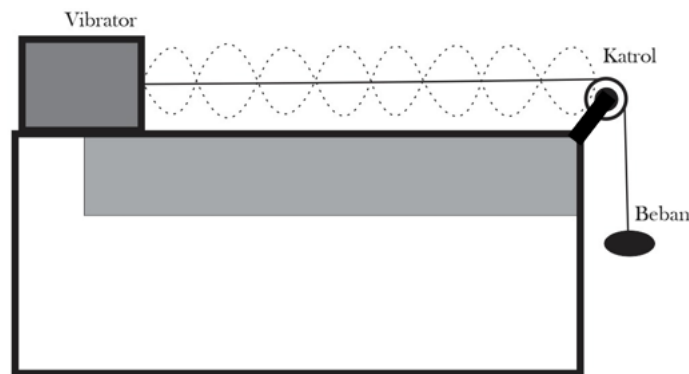
Lampiran 1.2

TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UJI COBA MATERI: GELOMBANG BUNYI DAN CAHAYA

Petunjuk Pengerjaan Soal

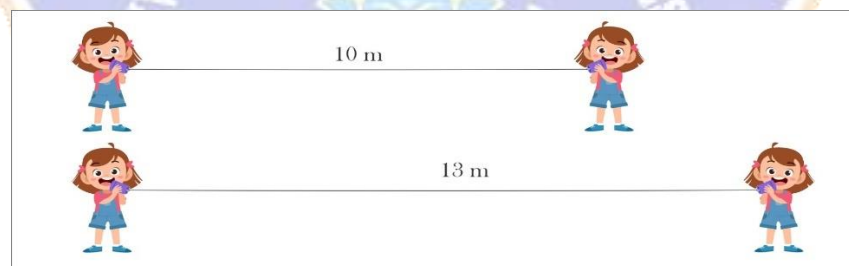
1. Tulislah jawaban anda pada kertas double folio.
 2. Tulislah identitas anda pada pojok kanan atas kertas double folio.
 3. Cermati setiap soal yang tersedia, jika terdapat soal yang kurang jelas, tanyakan pada petugas.
 4. Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu.
 5. Kerjakan soal secara jujur dan mandiri.
 6. Waktu pengerjaan soal selama **90 menit**.
-

1. Chika akan memanen buah mangga di kebun milik kakeknya. Namun saat akan memanen, banyak buah mangga yang sudah tidak utuh dan terdapat gigitan kelelawar. Chika yakin bekas gigitan yang ada pada buah mangga tersebut merupakan ulah kelelawar karena pada malam harinya ia melihat kelelawar hinggap dan memakan buah mangga milik kakeknya. Chika merasa heran, bagaimana kelelawar tersebut bisa mencari makanan pada malam hari sementara secara umum binatang memiliki keterbatasan jarak pandang pada malam hari? Jelaskan sifat dan karakteristik gelombang bunyi yang dimanfaatkan kelelawar!
2. Indah melakukan percobaan Melde di laboratorium fisika dasar untuk menganalisis cepat rambat gelombang bunyi. Indah menggunakan seutas senar yang memiliki panjang 200 cm dengan massa 75 g. Dalam percobaan ini, Indah menggantungkan sebuah bandul dengan massa 1,5 kg pada salah satu ujung senar yang ditunjukkan seperti pada gambar 1. Kemudian Indah menggetarkan senar sehingga terdengar bunyi. Jika panjang gelombang yang dihasilkan adalah 0,25 m dan percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 , maka hitunglah cepat rambat dan frekuensi gelombang bunyi dalam senar tersebut! Analisislah bagaimana hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang yang dihasilkan!



Gambar 1. Set up percobaan Melde

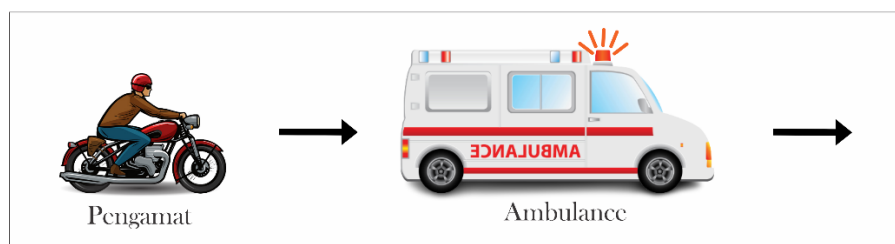
3. Diandra dan Alana sedang bermain telepon tali kaleng yang dibuat sendiri dengan menggunakan dua buah kaleng yang dihubungkan dengan seutas tali karet elastis. Jari-jari tali karet yang digunakan adalah sebesar 0,1 cm dengan massa jenis sebesar $27 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$. Agar terdengar suara yang jelas mereka menarik telepon tali kaleng tersebut dengan gaya sebesar 6 N sehingga tali karet bertambah panjang seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Permainan telepon tali kaleng

Hitunglah cepat rambat gelombang bunyi yang merambat pada tali karet tersebut! Analisislah cepat rambat gelombang bunyi apabila jari-jari tali yang digunakan semakin besar!

4. Mobil ambulans dan seorang pengamat yang menaiki sepeda motor bergerak dengan kecepatan b dan a seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3. Ilustrasi mobil ambulans dan pengamat

Kecepatan b lebih besar dibandingkan kecepatan a . Mobil ambulans membunyikan sirine berfrekuensi p dan kecepatan bunyi di udara v . Jika frekuensi bunyi sirine yang didengar pengendara sepeda motor adalah f , maka rumuskanlah persamaan f yang memenuhi!

5. Restu merupakan seorang penyelam profesional yang akan melakukan ekspedisi bawah laut. Namun, Restu belum mengetahui kedalaman dari laut yang akan dia jelajahi. Menggunakan sebuah kapal yang dilengkapi dengan sistem SONAR (*Sound Navigation and Ranging*) akhirnya Restu menuju ke titik dimana dia akan melakukan penyelaman. Saat sonar dinyalakan, gelombang bunyi dengan cepat rambat 1200 m/s dipancarkan ke dasar laut dan gelombang tersebut ditangkap kembali oleh alat penerima setelah $\frac{3}{4}$ sekon. Jika kedalaman laut maksimal yang mampu dicapai manusia adalah 400 m, buatlah sebuah hipotesis dan analisislah apakah Restu akan selamat jika melakukan penyelaman di titik tersebut!
6. Sumber bunyi diam mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 700 Hz. Pendengar A mendekati sumber bunyi dengan kecepatan 72 km/jam dan pendengar B menjauhi sumber bunyi dengan kecepatan 108 km/jam. Jika cepat rambat bunyi di udara sebesar 340 m/s, rumuskanlah persamaan yang menyatakan hubungan frekuensi yang didengar pengendara A (f_{pA}) dan B (f_{pB})!
7. Widi merupakan seorang pengusaha yang ingin membangun kawasan bebas kebisingan. Ia akan membangun industri dengan 100 mesin industrinya. Setiap mesin memiliki taraf intensitas bunyi 50 dB. Selain itu, ia juga akan membangun perumahan, perkantoran, ruang terbuka hijau, rumah sakit, dan sekolah. Pembangunan kawasan tersebut harus memperhatikan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan :	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan :	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sementara Widi ingin membangun kawasan dengan aturan pembangunan sebagai berikut.

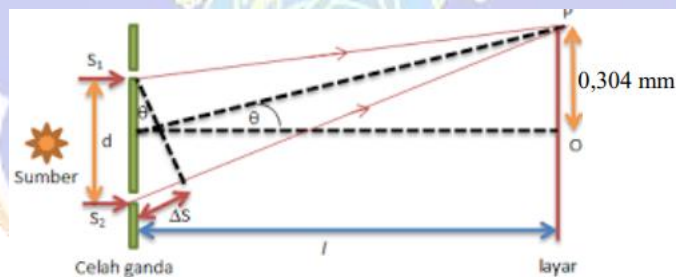
1. Kawasan industri dekat dengan jalan raya.
2. Kawasan Perkantoran dekat dengan kawasan industri, rumah sakit, sekolah, dan perumahan.
3. Kawasan ruang terbuka hijau jauh dari kawasan industri

Bantulah Widi merancang denah kawasan bebas kebisingan dengan memperhatikan aturan kementerian dan juga keinginannya!

8. Wigra melakukan percobaan difraksi kisi menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 4.800 \AA . Cahaya tersebut diarahkan pada kisi yang memiliki 2.500 garis/cm . Pada layar sejauh L dari kisi menghasilkan jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sejauh y . Selanjutnya, Wigra mengarahkan cahaya pada kisi yang memiliki 3.000 garis/cm . Jarak kisi ke layar pun juga sama sejauh L . Wigra menuliskan kesimpulan bahwa jarak pita terang ketiga dengan terang pusat menjadi $\frac{1}{2}y$. Benarkah kesimpulan Wigra?
9. Putri sedang melakukan percobaan celah ganda menggunakan panjang gelombang λ , celah d , dan jarak layar L menghasilkan jarak Δy (jarak antara pita terang dan pita gelap yang berdekatan) saat di udara. Bantulah Putri menganalisa dan membuat kesimpulan jika percobaan tersebut dilakukan di dalam air!
10. Wahyudi memiliki dua buah pipa organa yaitu satu buah pipa organa terbuka dan satu buah pipa organa tertutup. Panjang pipa organa tertutup adalah 20 cm . Nada atas pertama yang dihasilkan pipa organa terbuka memiliki frekuensi

sebesar $\frac{4}{3}$ kali frekuensi dari nada dasar pipa organa tertutup. Wahyudi menyatakan bahwa panjang pipa organa terbuka miliknya lebih pendek daripada pipa organa tertutupnya. Benarkah pernyataan Wahyudi?

11. Suyoga dan anggota kelompoknya akan melakukan percobaan difraksi celah ganda. Adapun alat yang disiapkan adalah sebuah celah ganda, senter hp, penggaris, dan layar. Pada saat percobaan mereka mengalami kendala, yaitu sulit untuk mengamati pola gelap terang yang tampak pada layar karena terlalu menyebar (hasilnya kurang tajam). Berdasarkan permasalahan tersebut, berikan prediksi dimana letak kesalahan dari percobaan tersebut dan solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang mereka lakukan dapat diamati dengan hasil yang lebih tajam!
12. Sepi melakukan percobaan interferensi Young dengan menggunakan seberkas sinar monokromatik (sinar satu warna) yang mengenai dua celah sempit yang terpisah jarak 0,4 mm. Suatu pola interferensi terjadi pada layar yang berjarak 25 cm dari kedua celah. Pada pola-pola tersebut, terlihat garis gelap dan terang seperti pada gambar 4. Setelah dihitung, jarak 2 garis terang yang berurutan adalah sebesar 0,304 mm.

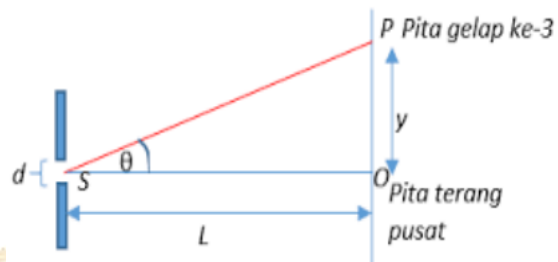


Gambar 4. Interferensi Young

Bantulah Sepi untuk menghitung panjang gelombang cahaya yang digunakan dalam percobaan tersebut!

13. Devi melihat suatu lapisan tipis bensin ($n = 1,50$) mengapung di atas permukaan kaca ($n = 1,40$). Sinar matahari jatuh hampir tegak lurus pada lapisan tipis tersebut dan kemudian memantul ke arah mata Devi. Saat diamati oleh Devi lapisan tipis tersebut tampak berwarna kuning. Ini karena interferensi destruktif pada lapisan menghilangkan warna biru (λ biru di udara = 468 nm) dari cahaya yang dipantulkan ke mata Devi. Berdasarkan fenomena tersebut, tentukanlah ketebalan minimum t dari lapisan tipis tersebut!

14. Albo melakukan percobaan celah tunggal di laboratorium dan memperoleh data pertama. Selanjutnya, Albo memperkecil celah lalu disinari dengan sumber cahaya yang sama dan diperoleh data kedua. Bantulah Albo memprediksi kemungkinan hasil percobaan yang telah ia lakukan!
15. Era menyinari sebuah celah tunggal selebar $0,1 \text{ mm}$ dengan seberkas sinar yang memiliki panjang gelombang sebesar $6 \times 10^{-7} \text{ m}$. Ia meletakkan layar 40 cm dari celah dan mengamati pola difraksi yang terbentuk pada layar tersebut.



Gambar 5. Difraksi celah tunggal

Hitunglah jarak antara pita gelap ketiga dengan titik tengah terang!

16. Artha melakukan percobaan dengan mengarahkan seberkas cahaya tak terpolarisasi pada selembar kaca berindeks bias $1,5$ yang tenggelam di dalam alkohol dengan indeks bias $1,44$. Jika sudut datang yang dibentuk adalah $2,08^\circ$ apakah sinar pantulnya terpolarisasi?

Lampiran 1.3

**KUNCI JAWABAN TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT
TINGGI (UJI COBA)**

No	Uraian Pembahasan
1	<p>Kelelawar dapat menemukan posisi buah mangga walaupun kemampuan melihat yang dimiliki oleh kelelawar kurang tajam pada malam hari karena kelelawar memanfaatkan sifat pemantulan (<i>refleksi</i>) gelombang bunyi dari benda-benda yang ada disekitarnya. Kelelawar akan mengeluarkan bunyi ultrasonik melalui mulutnya dan apabila bunyi tersebut mengenai sebuah benda maka bunyi tersebut akan terpantul kembali. Pantulan bunyi dari benda-benda disekitar kelelawar tersebut akan ditangkap kembali oleh kelelawar. Setiap benda akan memantulkan bunyi dengan frekuensi yang berbeda. Sehingga kelelawar dapat mengetahui apa dan posisi pasti dari benda yang ada di depannya. Kemampuan ini disebut dengan kemampuan ekolokasi.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang senar (l_{senar}) = 200 cm = 2 m Massa senar (m_{senar}) = 75 gram = 75×10^{-3} kg Massa beban (m_{beban}) = 1,5 kg Percepatan gravitasi (g) = 10 m/s² Panjang gelombang (λ) = 0,25 m Ditanya : cepat rambat gelombang bunyi pada senar (v)? Jawaban :</p> <p>a. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dapat digunakan konsep cepat rambat gelombang pada senar sesuai dengan persamaan Melde yaitu</p> $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m_{senar}}{l_{senar}}}} = \sqrt{\frac{F \times l_{senar}}{m_{senar}}}$ $v = \sqrt{\frac{(m_{beban} \times g) \times l_{senar}}{m_{senar}}}$ $v = \sqrt{\frac{(1,5 \times 10) \times 2}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{\frac{15 \times 2}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{\frac{30}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{4 \times 10^2} = 20 \text{ m/s}$

	<p>Jadi, cepat rambat gelombang bunyi pada senar tersebut sebesar 20 m/s. Selanjutnya untuk menentukan frekuensi gelombang bunyi dapat ditentukan dengan persamaan</p> $v = \lambda f$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $f = \frac{20}{0,25} = 80 \text{ Hz}$ <p>Jadi, berdasarkan perhitungan tersebut besarnya frekuensi yang dihasilkan adalah 80 Hz.</p> <p>b. Hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang dapat ditinjau melalui persamaan</p> $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m_{\text{senar}}}{l_{\text{senar}}}}} = \sqrt{\frac{F \times l_{\text{senar}}}{m_{\text{senar}}}}$ $v = \sqrt{\frac{(m_{\text{beban}} \times g) \times l_{\text{senar}}}{m_{\text{senar}}}}$ <p>Massa beban akan mempengaruhi besar tegangan senar (F), semakin besar massa beban maka semakin besar tegangan senar. Kemudian tegangan senar akan mempengaruhi besar cepat rambat gelombangnya (v), semakin besar tegangan senar maka semakin besar cepat rambat gelombang. Jadi, diperoleh bahwa hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang adalah berbanding lurus.</p>
3.	<p>Diketahui :</p> <p>Jari-jari tali karet (r) = 0,1 cm = 1×10^{-3} m Massa jenis tali karet (ρ) = 27×10^2 kg/m³ Gaya (F) = 6 N Panjang awal (l_0) = 10 m Panjang akhir (l) = 13 m Ditanya : cepat rambat bunyi pada karet (v)? Jawaban :</p> <p>Konsep yang dapat digunakan pada kasus tersebut adalah cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan persamaan sebagai berikut:</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $E = \frac{\sigma}{e}$ $\sigma = \frac{F}{A} \text{ dan } e = \frac{\Delta l}{l_0}$ $A = \pi r^2$ $A = 3,14 \times (1 \times 10^{-3})^2$ $A = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{6}{3,14 \times 10^{-6}}$

	$\sigma = 1,91 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $e = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{13 - 10}{10} = 3 \times 10^{-1}$ $E = \frac{\sigma}{e} = \frac{1,91 \times 10^6}{3 \times 10^{-1}} = 6,37 \times 10^6$ $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{6,37 \times 10^6}{27 \times 10^2}}$ $v = \sqrt{0,24 \times 10^4} = 48,99 \text{ m/s}$ <p>Jadi, cepat rambat gelombang bunyi yang merambat pada tali karet adalah sebesar 48,99 m/s. Selanjutnya jika jari-jari tali yang digunakan semakin besar maka cepat rambat gelombang yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan persamaan berikut</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $E = \frac{\sigma}{e}$ $\sigma = \frac{F}{A}$ $A = \pi r^2$ <p>Berdasarkan persamaan tersebut jari-jari akan mempengaruhi luas penampang tali. Makin besar jari-jari maka luas penampang tali juga semakin besar begitu pula sebaliknya. Luas penampang tali juga mempengaruhi nilai σ atau tegangan. Makin besar nilai luas penampang (A) maka semakin kecil pula nilai σ. Sementara nilai σ akan mempengaruhi nilai E dengan hubungan yang berbanding lurus. Melalui persamaan $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ menunjukkan bahwa cepat rambat berbanding lurus dengan modulus Young (E). Makin besar nilai E maka cepat rambat gelombang yang dihasilkan akan semakin besar. Oleh karena itu, berdasarkan hubungan tersebut semakin besar jari-jari yang digunakan maka semakin kecil cepat rambat gelombang yang dihasilkan.</p>
4.	<p>Diketahui :</p> <p>Frekuensi pendengar (f_p) = f</p> <p>Frekuensi sumber (f_s) = p</p> <p>Kecepatan pendengar (v_p) = a</p> <p>Kecepatan sumber (v_s) = b</p> <p>Ditanya : persamaan f yang memenuhi?</p> <p>Jawaban :</p> <p>Konsep yang digunakan pada kasus ini adalah efek Doppler dengan persamaan,</p> $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$ $f = \left(\frac{v + a}{v + b} \right) p$

	<p>Persamaan tersebut dapat diubah sebagai berikut.</p> $\frac{f}{p} = \left(\frac{v+a}{v+b} \right)$ <p>Oleh karena $b > a$, nilai penyebut lebih besar dibandingkan nilai pembilang. Nilai p sebanding dengan $v+b$ dan nilai f sebanding dengan $v+a$. Pengaruhnya nilai f lebih kecil dibandingkan nilai p. Sehingga persamaan yang memenuhi adalah</p> $f = \left(\frac{v+a}{v+b} \right) p, \text{ dengan } f < p$
5.	<p>Diketahui :</p> <p>Cepat rambat bunyi (v) = 1200 m/s Waktu pemantulan (t) = $\frac{3}{4}$ sekon Ditanya : hipotesis dan analisis apakah Restu akan selamat jika melakukan penyelaman? Jawaban: Konsep yang digunakan yaitu pemantulan gelombang bunyi dengan persamaan $2h = vt$. Untuk menentukan kedalaman dari laut tersebut maka persamaan yang dapat digunakan adalah</p> $h = \frac{v}{2}$ $h = \frac{vt}{2}$ $h = \frac{1200}{2} \cdot \frac{3}{4}$ $h = 450 \text{ m}$ <p>Berdasarkan analisa tersebut diketahui bahwa kedalaman laut yang akan diselami Restu adalah 450 m, sementara batas maksimal kedalaman laut yang dapat diselami manusia adalah 400 m, sehingga dapat dirumuskan hipotesis bahwa Restu tidak akan selamat jika melakukan penyelaman di laut atau titik tersebut.</p>
6.	<p>Diketahui :</p> <p>Frekuensi sumber (f_s) = 700 Hz Kecepatan pendengar (v_{pA}) = 72 km/jam = 20 m/s Kecepatan pendengar (v_{pB}) = 108 km/jam = 30 m/s Kecepatan sumber (v_s) = 0 m/s Cepat rambat bunyi (v) = 340 m/s Ditanya : rumusan persamaan hubungan antara f_{pA} dan f_{pB}? Jawaban : Konsep yang digunakan dalam kasus ini adalah efek Doppler dengan analisa sebagai berikut, Frekuensi yang didengar pendengar A:</p> $f_{pA} = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$ $= \frac{340 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}} f$ $= \frac{360}{340} f$

$$= \frac{18}{17} f$$

Frekuensi yang didengar pendengar B:

$$\begin{aligned} f_{pB} &= \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \\ &= \frac{340 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}} f \\ &= \frac{310}{340} f \\ &= \frac{31}{34} f \end{aligned}$$

Hubungan antara f_{pA} dan f_{pB} :

$$\begin{aligned} \frac{f_{pA}}{f_{pB}} &= \frac{18}{17} f : \frac{31}{34} f \\ &= \frac{18}{17} f \times \frac{34}{31} f \\ \frac{f_{pA}}{f_{pB}} &= \frac{36}{31} \\ f_{pA} &= \frac{36}{31} f_{pB} \end{aligned}$$

Jadi, hubungan antara f_{pA} dan f_{pB} dinyatakan dalam persamaan

$$f_{pA} = \frac{36}{31} f_{pB}$$

7. Diketahui :

Jumlah sumber bunyi (n) = 100 mesin industri

Taraf intensitas (TI_0) = 50 dB

Baku tingkat kebisingan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 disajikan dalam tabel berikut,

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan :	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan :	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Letak kawasan yang diinginkan:

4. Kawasan industri dekat dengan jalan raya.
5. Kawasan Perkantoran dekat dengan kawasan industri, rumah sakit, sekolah, dan perumahan.
6. Kawasan ruang terbuka hijau jauh dari kawasan industri

Ditanya : Rancangan denah kawasan bebas kebisingan?

Jawaban:

Sebelum menentukan letak masing-masing tempat harus terlebih dahulu mengetahui taraf intensitas bunyi terutama kawasan industri. Tingkat kebisingan kawasan industri dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log n \\ &= 50 \text{ dB} + 10 \log 100 \\ &= 50 \text{ dB} + 20 \text{ dB} \\ &= 70 \text{ dB} \end{aligned}$$

Jika tingkat kebisingan perumahan, rumah sakit, dan sekolah maksimal 55 dB, jarak masing-masing bangunan dari kawasan industri sebagai berikut.

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 55 &= 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

$$10 \log \frac{R_2}{R_1} = 15$$

$$\log \frac{R_2}{R_1} = \frac{15}{10}$$

$$\log R_2 - \log R_1 = 1,5$$

$$\log R_2 - \log 1 = \log 31,623$$

$$\log R_2 - 0 = \log 31,623$$

$$R_2 = 31,623 \text{ m}$$

Nilai R_1 menggunakan nilai 1 supaya dihitung tepat dari kawasan industri. Alasannya log 1 bernilai nol. Selanjutnya, jarak perkantoran dari kawasan industri adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 65 &= 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

$$10 \log \frac{R_2}{R_1} = 5$$

$$\log \frac{R_2}{R_1} = \frac{5}{10}$$

$$\log R_2 - \log R_1 = 0,52$$

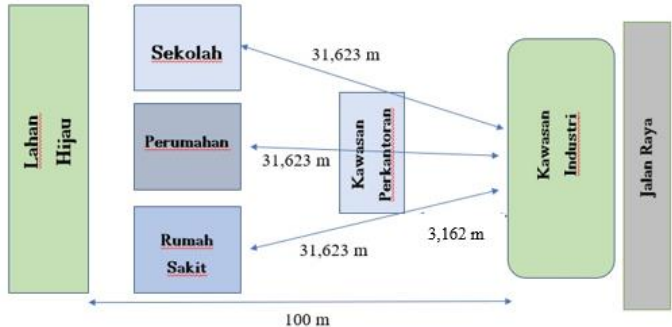
$$\log R_2 - \log 1 = \log 3,162$$

$$\log R_2 - 0 = \log 3,162$$

$$R_2 = 3,162 \text{ m}$$

Adapun jarak ruang terbuka hijau dari kawasan industri adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 50 &= 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

	$10 \log \frac{R_2}{R_1} = 20$ $\log \frac{R_2}{R_1} = \frac{20}{10}$ $\log R_2 - \log R_1 = 2$ $\log R_2 - \log 1 = \log 100$ $\log R_2 - 0 = \log 100$ $R_2 = 100 \text{ m}$ <p>Dengan rancangan denah sebagai berikut:</p> 
8.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang $\lambda_1 = \lambda_2 = 4.800\text{\AA}$ $N_1 = 2.500 \text{ garis/cm}$ $N_2 = 3.000 \text{ garis/cm}$ $L_1 = L_2 = L$ $y_1 = y$ $y_2 = \frac{1}{2}y$</p> <p>Ditanya : kebenaran kesimpulan Wigra? Jawaban :</p> <p>Nilai panjang gelombang, jarak antara kisi dan layar, serta orde kisi bernilai sama. Oleh karena itu, kasus ini dapat dipecahkan dengan persamaan sebagai berikut.</p> $d_1 y_1 = d_2 y_2$ $\frac{1}{N_1} y_1 = \frac{1}{N_2} y_2$ $\frac{1}{(2.500)} y = \frac{1}{3.000} y_2$ $y_2 = \frac{3.000}{2.500} y$ $= \frac{6}{5} y$ $= 1,2 y$ <p>Melalui analisa tersebut, jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sebesar $1,2 y$. Jadi kesimpulan yang dibuat Wigra salah.</p>
9.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang = λ Celah = d</p>

	<p>Jarak layar = L Jarak antara pita terang dan pita gelap = Δy Ditanya : kesimpulan percobaan jika dilakukan di air? Jawaban: Saat di udara, panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang cahaya di udara. Cahaya yang masuk ke air akan berubah panjang gelombangnya. Oleh karena indeks bias air lebih besar daripada indeks bias di udara, panjang gelombang cahaya di air menjadi lebih kecil. Berdasarkan persamaan $d \frac{y}{L} = n\lambda$, nilai n ditentukan dengan persamaan $n = \frac{dy}{L\lambda}$. Makin kecil panjang gelombang yang digunakan, makin besar orde yang terbentuk. Sementara itu, jarak pita terang dan pita gelap berdekatan dituliskan dengan persamaan $\Delta y = \frac{L\lambda}{2d}$. Nilai dari Δy sebanding dengan λ. Jika panjang gelombang cahaya lebih kecil, jarak pita terang dan pita gelap yang berurutan menjadi lebih pendek.</p>
10.	<p>Diketahui : Wahyudi memiliki satu buah pipa organa terbuka dan satu buah pipa organa tertutup. Panjang pipa organa tertutup (L_T) adalah 20 cm = 0,2 m Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka (f_B) = 4/3 frekuensi nada dasar pipa organa tertutup (f_T). Ditanya : Kebenaran pernyataan Wahyudi? Jawaban : Panjang gelombang pipa organa terbuka dirumuskan dengan $\lambda_B = \frac{2l_B}{n + 1}$ Panjang gelombang pipa organa terbuka pada nada atas 1 $\lambda_B = \frac{2l_B}{1 + 1} = l_B$ $v = \lambda_B f_B$ $f_B = \frac{v}{\lambda_B} = \frac{v}{l_B}$ Panjang gelombang pipa organa tertutup $\lambda_T = \frac{4l_T}{2n + 1}$ Panjang gelombang pipa organa tertutup pada nada dasar $\lambda_T = \frac{4l_T}{2(0) + 1} = 4l_T$ $v = \lambda_T f_T$ $f_T = \frac{v}{\lambda_T} = \frac{v}{4l_T}$ Menghitung panjang l_B menggunakan perbandingan frekuensi $\frac{f_B}{f_T} = \frac{\frac{v}{l_B}}{\frac{v}{4l_T}}$ $\frac{f_B}{f_T} = \frac{4l_T}{l_B}$ </p>

	$l_B = \frac{f_T}{f_B} 4l_T$ $l_B = \frac{3}{4}(4)20$ $l_B = 60 \text{ cm}$ <p>Berdasarkan analisis tersebut diperoleh bahwa panjang pipa organa terbuka yang dimiliki Wahyudi adalah 60 cm, sehingga pipa organa terbukanya lebih panjang daripada pipa organa tertutup yang dimilikinya. Maka pernyataan yang disampaikan Wahyudi salah.</p>
11.	<p>Diketahui :</p> <p>Suyoga dan kelompoknya melakukan percobaan difraksi celah ganda namun, pola gelap terang yang tampak pada layar terlalu menyebar. Ditanya : Solusi yang sesuai dengan permasalahan ? Jawaban :</p> <p>Solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang dilakukan oleh kelompok Suyoga memperoleh hasil yang lebih tajam adalah dengan menggunakan penghalang yang memiliki lebih banyak celah dengan lebar sama dan jarak antar celah berdekatan juga sama, maka akan diperoleh pola pita-pita terang yang lebih tajam. Selain itu penggunaan senter hp dalam percobaan ini kurang tepat. Cahaya pada senter hp memiliki panjang gelombang dan frekuensi yang bermacam-macam, dalam percobaan seharusnya menggunakan sinar laser sebagai penghasil cahaya yang koheren, memiliki satu panjang gelombang yang spesifik, dan menuju arah yang sama sehingga dapat menempuh garis lurus.</p>
12.	<p>Diketahui :</p> $d = 0,4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$ $\Delta p = 0,304 \text{ mm} = 3,04 \times 10^{-4} \text{ m}$ $l = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ <p>Ditanya : Hitunglah panjang gelombang cahaya datang tersebut! Jawaban :</p> <p>Lokasi pita terang ke n dapat dicari dengan konsep berikut:</p> $n\lambda = d \frac{p_n}{l}$ $p_n = \frac{n\lambda l}{d}$ <p>Jarak dua pita terang berturut-turut dapat dicari dengan mengambil pita ke n dan pita ke (n+1)</p> $\Delta p = p_{n+1} - p_n$ $\Delta p = \frac{(n+1)\lambda l}{d} - \frac{n\lambda l}{d}$ $\Delta p = \frac{\lambda l}{d}$ $\lambda = d \frac{\Delta p}{l}$ $\lambda = 4 \times 10^{-4} \frac{3,04 \times 10^{-4}}{0,25}$ $\lambda = 4,864 \times 10^{-7} \text{ m}$

	Berdasarkan analisis tersebut panjang gelombang cahaya yang digunakan Sepi dalam percobaan adalah $4,864 \times 10^{-7} m$
13.	<p>Diketahui :</p> <p>n bensin (n_b) = 1,50 n kaca (n_k) = 1,40 λ biru = 468 nm Ditanya : Ketebalan minimum t dari lapisan tipis? Jawaban :</p> <p>Syarat cahaya biru mengalami interferensi destruktif pada lapisan tipis adalah</p> $2nt = m\lambda ; m = 0, 1, 2, \dots$ $t = \frac{m\lambda}{2n}$ <p>Untuk t minimum dengan $t \neq 0$, diperoleh dengan mengambil bilangan bulat $m = 1$</p> $t = \frac{m\lambda}{2n_b}$ $t = \frac{1(468)}{2(1,50)} = 156 \text{ nm}$ <p>Berdasarkan analisis tersebut ketebalan minimum lapisan tipis tersebut sebesar 156 nm</p>
14.	<p>Pada percobaan celah tunggal akan berlaku persamaan berikut.</p> <p>a. Pola terang</p> $d \sin \alpha = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$ $d = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{\sin \alpha} \text{ atau}$ $\frac{dy}{L} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$ $d = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{y}$ <p>b. Pola gelap</p> $d \sin \alpha = n \lambda$ $d = \frac{n\lambda}{\sin \alpha} \text{ atau}$ $\frac{dy}{L} = n \lambda$ $d = \frac{n\lambda L}{y}$ <p>Jika sumber cahaya yang digunakan sama dengan percobaan sebelumnya, nilai panjang gelombang cahaya pun konstan. Sementara itu, saat jarak celah diperkecil akan mempengaruhi sudut deviasi, lebar pita, dan jarak celah dengan layar. Adapun orde difraksi selalu konstan. Sehingga jika percobaan dilakukan di air akan menghasilkan,</p> <ol style="list-style-type: none"> Sudut deviasi lebih besar dari semula Nilai pengukuran sinus sudut deviasi lebih besar dari semula Jarak antara celah dengan layar lebih dekat dari semula Lebar pita akan makin besar dari semula

15.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang (λ) = $6 \times 10^{-7} m = 6000 \times 10^{-7} mm$</p> <p>Lebar celah ($d$) = 0,1 mm</p> <p>Jarak celah ke layar (L) = 40 cm = 400 mm</p> <p>Pita gelap ke 3 (n) = 3</p> <p>Ditanya : jarak antara pita gelap ke tiga dengan titik tengah terang pusat?</p> <p>Jawaban:</p> <p>Menghitung sudut simpangan θ dengan persamaan:</p> $d \sin \theta = n\lambda$ $0,1 \sin \theta = 3 (6000 \times 10^{-7})$ $\sin \theta = \frac{18000 \times 10^{-7}}{0,01} = 0,018 mm$ <p>Selanjutnya menentukan jarak antara pita gelap ke 3 dengan titik tengah terang pusat</p> $\sin \theta = \frac{y}{L}$ $y = L \sin \theta$ $y = 400 (0,018) = 7,2 mm$ <p>Berdasarkan analisis tersebut maka jarak pita gelap ke-3 dengan terang pusat sebesar 7,2 mm</p>
16.	<p>Diketahui :</p> <p>Indeks bias kaca (n_1) = 1,5</p> <p>Indeks bias alkohol (n_2) = 1,44</p> <p>Sudut datang yang dibentuk adalah $2,08^\circ$</p> <p>Ditanya : Apakah sinar pantulnya terpolarisasi?</p> <p>Jawaban:</p> <p>Berdasarkan Hukum Brewster, sudut pantul sinar terpolarisasi adalah</p> $\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$ $i_p = \tan^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$ $i_p = \tan^{-1} \left(\frac{1,5}{1,44} \right)$ $i_p = 46,1^\circ$ <p>Jadi berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka cahaya tidak akan mengalami polarisasi karena sudut yang seharusnya dibentuk untuk mengalami polarisasi adalah $46,1^\circ$</p>

Lampiran 1.4

KISI-KISI TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

(PRETEST DAN POSTTEST)

- Satuan Pendidikan : SMA
- Mata Pelajaran : Fisika
- Program Studi : MIPA
- Kurikulum : 2013
- Alokasi Waktu : 2 JP (2 x 45 menit)
- Jumlah : 10 butir soal essay
- Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Cahaya
- Kompetensi Inti : **KI 3** : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4** : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.
- Kompetensi Dasar : 3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi
- 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi

Pokok Bahasan	Indikator Soal	No Soal Dimensi HOTS			Jumlah Soal
		C4	C5	C6	
Gelombang Bunyi	Menganalisis sifat dan karakteristik gelombang bunyi	1			1
	Menganalisis suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dalam menentukan cepat rambat bunyi pada suatu medium	2, 3			2
	Merumuskan persamaan dari suatu kasus nyata fenomena efek doppler dalam kehidupan sehari-hari			4	1
	Memeriksa kembali suatu pernyataan mengenai fenomena dawai dan pipa organa		8		1
	Memberikan solusi untuk memecahkan suatu permasalahan terkait taraf intensitas dan intensitas bunyi			5	1
Gelombang Cahaya	Memeriksa kembali suatu kesimpulan dari fenomena difraksi cahaya		6,9		2
	Membuat kesimpulan dari suatu kasus pada interferensi dalam percobaan young			7	1
	Merumuskan hasil dari suatu percobaan difraksi pada celah tunggal			10	1
Jumlah		3	3	4	10

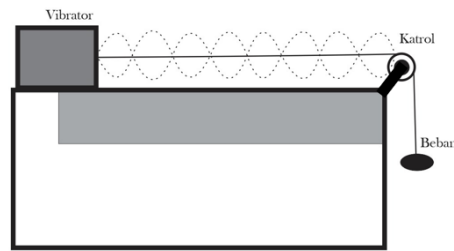
Lampiran 1.5

TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MATERI: GELOMBANG BUNYI DAN CAHAYA

Petunjuk Pengerjaan Soal

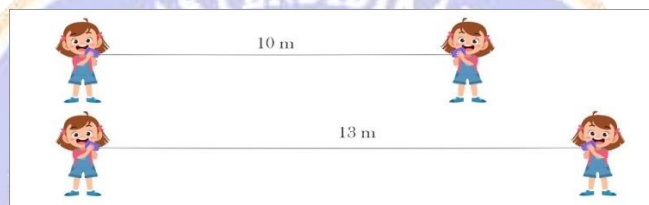
1. Tulislah jawaban anda pada kertas double folio.
 2. Tulislah identitas anda pada pojok kanan atas kertas double folio.
 3. Cermati setiap soal yang tersedia, jika terdapat soal yang kurang jelas, tanyakan pada petugas.
 4. Kerjakan soal yang dianggap lebih mudah terlebih dahulu.
 5. Kerjakan soal secara jujur dan mandiri.
 6. Waktu pengerjaan soal selama **90 menit**.
-

1. Chika akan memanen buah mangga di kebun milik kakeknya. Namun saat akan memanen, banyak buah mangga yang sudah tidak utuh dan terdapat gigitan kelelawar. Chika yakin bekas gigitan yang ada pada buah mangga tersebut merupakan ulah kelelawar karena pada malam harinya ia melihat kelelawar hinggap dan memakan buah mangga milik kakeknya. Chika merasa heran, bagaimana kelelawar tersebut bisa mencari makanan pada malam hari sementara secara umum binatang memiliki keterbatasan jarak pandang pada malam hari? Jelaskan sifat dan karakteristik gelombang bunyi yang dimanfaatkan kelelawar!
2. Indah melakukan percobaan Melde di laboratorium fisika dasar untuk menganalisis cepat rambat gelombang bunyi. Indah menggunakan seutas senar yang memiliki panjang 200 cm dengan massa 75 g. Dalam percobaan ini, Indah menggantungkan sebuah bandul dengan massa 1,5 kg pada salah satu ujung senar yang ditunjukkan seperti pada gambar 1. Kemudian Indah menggetarkan senar sehingga terdengar bunyi. Jika panjang gelombang yang dihasilkan adalah 0,25 m dan percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 , maka hitunglah cepat rambat dan frekuensi gelombang bunyi dalam senar tersebut! Analisislah bagaimana hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang yang dihasilkan!



Gambar 6. Set up percobaan Melde

3. Diandra dan Alana sedang bermain telepon tali kaleng yang dibuat sendiri dengan menggunakan dua buah kaleng yang dihubungkan dengan seutas tali karet elastis. Jari-jari tali karet yang digunakan adalah sebesar 0,1 cm dengan massa jenis sebesar $27 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$. Agar terdengar suara yang jelas mereka menarik telepon tali kaleng tersebut dengan gaya sebesar 6 N sehingga tali karet bertambah panjang seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 7. Permainan telepon tali kaleng

Hitunglah cepat rambat gelombang bunyi yang merambat pada tali karet tersebut! Analisislah cepat rambat gelombang bunyi apabila jari-jari tali yang digunakan semakin besar!

4. Sumber bunyi diam mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 700 Hz. Pendengar A mendekati sumber bunyi dengan kecepatan 72 km/jam dan pendengar B menjauhi sumber bunyi dengan kecepatan 108 km/jam. Jika cepat rambat bunyi di udara sebesar 340 m/s, rumuskanlah persamaan yang menyatakan hubungan frekuensi yang didengar pendengara A (f_{pA}) dan B (f_{pB})!
5. Widi merupakan seorang pengusaha yang ingin membangun kawasan bebas kebisingan. Ia akan membangun industri dengan 100 mesin industrinya. Setiap mesin memiliki taraf intensitas bunyi 50 dB. Selain itu, ia juga akan membangun perumahan, perkantoran, ruang terbuka hijau, rumah sakit, dan sekolah. Pembangunan kawasan tersebut harus memperhatikan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan :	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan :	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sementara Widi ingin membangun kawasan dengan aturan pembangunan sebagai berikut.

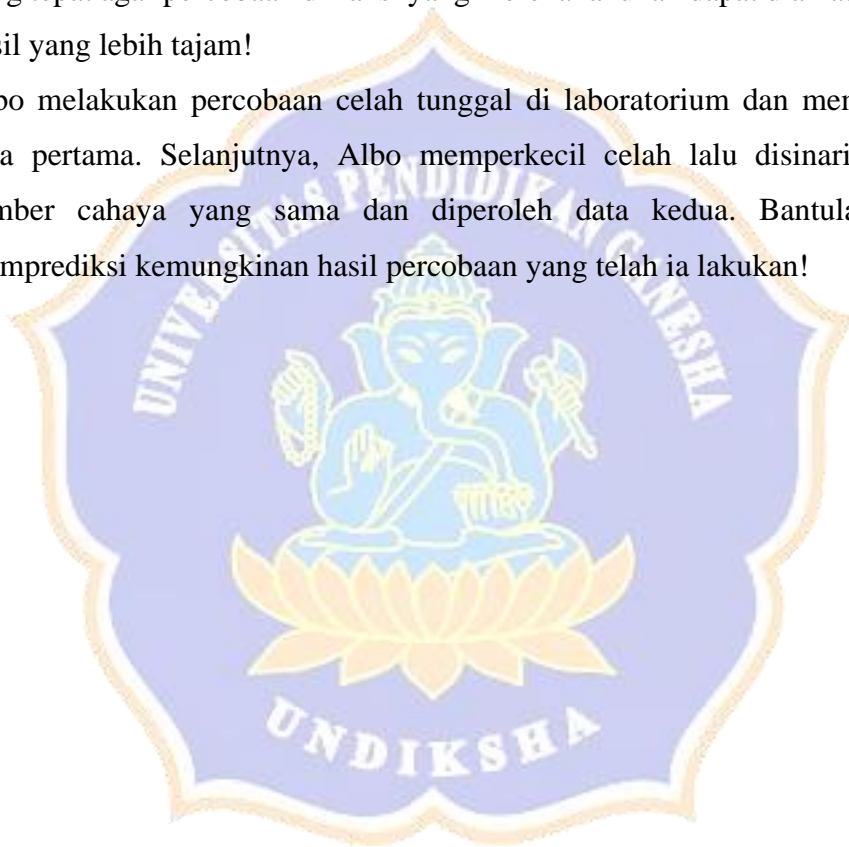
7. Kawasan industri dekat dengan jalan raya.
8. Kawasan Perkantoran dekat dengan kawasan industri, rumah sakit, sekolah, dan perumahan.
9. Kawasan ruang terbuka hijau jauh dari kawasan industri

Bantulah Widi merancang denah kawasan bebas kebisingan dengan memperhatikan aturan kementerian dan juga keinginannya!

6. Wigra melakukan percobaan difraksi kisi menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 4.800 \AA . Cahaya tersebut diarahkan pada kisi yang memiliki 2.500 garis/cm . Pada layar sejauh L dari kisi menghasilkan jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sejauh y . Selanjutnya, Wigra mengarahkan cahaya pada kisi yang memiliki 3.000 garis/cm . Jarak kisi ke layar pun juga sama sejauh L . Wigra menuliskan kesimpulan bahwa jarak pita terang ketiga dengan terang pusat menjadi $\frac{1}{2}y$. Benarkah kesimpulan Wigra?
7. Putri sedang melakukan percobaan celah ganda menggunakan panjang gelombang λ , celah d , dan jarak layar L menghasilkan jarak Δy (jarak antara pita terang dan pita gelap yang berdekatan) saat di udara. Bantulah Putri menganalisa dan membuat kesimpulan jika percobaan tersebut dilakukan di dalam air!
8. Wahyudi memiliki dua buah pipa organa yaitu satu buah pipa organa terbuka dan satu buah pipa organa tertutup. Panjang pipa organa tertutup adalah 20 cm . Nada atas pertama yang dihasilkan pipa organa terbuka memiliki frekuensi sebesar $\frac{4}{3}$ kali frekuensi dari nada dasar pipa organa tertutup. Wahyudi

menyatakan bahwa panjang pipa organa terbuka miliknya lebih pendek daripada pipa organa tertutupnya. Benarkah pernyataan Wahyudi?

9. Suyoga dan anggota kelompoknya akan melakukan percobaan difraksi celah ganda. Adapun alat yang disiapkan adalah sebuah celah ganda, senter hp, penggaris, dan layar. Pada saat percobaan mereka mengalami kendala, yaitu sulit untuk mengamati pola gelap terang yang tampak pada layar karena terlalu menyebar (hasilnya kurang tajam). Berdasarkan permasalahan tersebut, berikan prediksi dimana letak kesalahan dari percobaan tersebut dan solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang mereka lakukan dapat diamati dengan hasil yang lebih tajam!
10. Albo melakukan percobaan celah tunggal di laboratorium dan memperoleh data pertama. Selanjutnya, Albo memperkecil celah lalu disinari dengan sumber cahaya yang sama dan diperoleh data kedua. Bantulah Albo memprediksi kemungkinan hasil percobaan yang telah ia lakukan!



Lampiran 1.6

**KUNCI JAWABAN TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT
TINGGI (PRETEST DAN POSTTEST)**

No	Uraian Pembahasan
1	<p>Kelelawar dapat menemukan posisi buah mangga walaupun kemampuan melihat yang dimiliki oleh kelelawar kurang tajam pada malam hari karena kelelawar memanfaatkan sifat pemantulan (<i>refleksi</i>) gelombang bunyi dari benda-benda yang ada disekitarnya. Kelelawar akan mengeluarkan bunyi ultrasonik melalui mulutnya dan apabila bunyi tersebut mengenai sebuah benda maka bunyi tersebut akan terpantul kembali. Pantulan bunyi dari benda-benda disekitar kelelawar tersebut akan ditangkap kembali oleh kelelawar. Setiap benda akan memantulkan bunyi dengan frekuensi yang berbeda. Sehingga kelelawar dapat mengetahui apa dan posisi pasti dari benda yang ada di depannya. Kemampuan ini disebut dengan kemampuan ekolokasi.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang senar (l_{senar}) = 200 cm = 2 m Massa senar (m_{senar}) = 75 gram = 75×10^{-3} kg Massa beban (m_{beban}) = 1500 gram = 1,5 kg Percepatan gravitasi (g) = 10 m/s² Panjang gelombang (λ) = 0,25 m Ditanya : cepat rambat gelombang bunyi pada senar (v)? Jawaban :</p> <p>c. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dapat digunakan konsep cepat rambat gelombang pada senar sesuai dengan persamaan Melde yaitu</p> $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m_{senar}}{l_{senar}}}} = \sqrt{\frac{F \times l_{senar}}{m_{senar}}}$ $v = \sqrt{\frac{(m_{beban} \times g) \times l_{senar}}{m_{senar}}}$ $v = \sqrt{\frac{(1,5 \times 10) \times 2}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{\frac{15 \times 2}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{\frac{30}{75 \times 10^{-3}}}$ $v = \sqrt{4 \times 10^2} = 20 \text{ m/s}$

	<p>Jadi, cepat rambat gelombang bunyi pada senar tersebut sebesar 20 m/s. Selanjutnya untuk menentukan frekuensi gelombang bunyi dapat ditentukan dengan persamaan</p> $v = \lambda f$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $f = \frac{20}{0,25} = 80 \text{ Hz}$ <p>Jadi, berdasarkan perhitungan tersebut besarnya frekuensi yang dihasilkan adalah 80 Hz.</p> <p>d. Hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang dapat ditinjau melalui persamaan</p> $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m_{\text{senar}}}{l_{\text{senar}}}}} = \sqrt{\frac{F \times l_{\text{senar}}}{m_{\text{senar}}}}$ $v = \sqrt{\frac{(m_{\text{beban}} \times g) \times l_{\text{senar}}}{m_{\text{senar}}}}$ <p>Massa beban akan mempengaruhi besar tegangan senar (F), semakin besar massa beban maka semakin besar tegangan senar. Kemudian tegangan senar akan mempengaruhi besar cepat rambat gelombangnya (v), semakin besar tegangan senar maka semakin besar cepat rambat gelombang. Jadi, diperoleh bahwa hubungan massa beban dengan cepat rambat gelombang adalah berbanding lurus.</p>
3.	<p>Diketahui :</p> <p>Jari-jari tali karet (r) = 0,1 cm = 1×10^{-3} m Massa jenis tali karet (ρ) = 27×10^2 kg/m³ Gaya (F) = 6 N Panjang awal (l_0) = 10 m Panjang akhir (l) = 13 m Ditanya : cepat rambat bunyi pada karet (v)? Jawaban :</p> <p>Konsep yang dapat digunakan pada kasus tersebut adalah cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan persamaan sebagai berikut:</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $E = \frac{\sigma}{e}$ $\sigma = \frac{F}{A} \text{ dan } e = \frac{\Delta l}{l_0}$ $A = \pi r^2$ $A = 3,14 \times (1 \times 10^{-3})^2$ $A = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{6}{3,14 \times 10^{-6}}$

	$\sigma = 1,91 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $e = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{13 - 10}{10} = 3 \times 10^{-1}$ $E = \frac{\sigma}{e} = \frac{1,91 \times 10^6}{3 \times 10^{-1}} = 6,37 \times 10^6$ $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{6,37 \times 10^6}{27 \times 10^2}}$ $v = \sqrt{0,24 \times 10^4} = 48,99 \text{ m/s}$ <p>Jadi, cepat rambat gelombang bunyi yang merambat pada tali karet adalah sebesar 48,99 m/s. Selanjutnya jika jari-jari tali yang digunakan semakin besar maka cepat rambat gelombang yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan persamaan berikut</p> $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $E = \frac{\sigma}{e}$ $\sigma = \frac{F}{A}$ $A = \pi r^2$ <p>Berdasarkan persamaan tersebut jari-jari akan mempengaruhi luas penampang tali. Makin besar jari-jari maka luas penampang tali juga semakin besar begitu pula sebaliknya. Luas penampang tali juga mempengaruhi nilai σ atau tegangan. Makin besar nilai luas penampang (A) maka semakin kecil pula nilai σ. Sementara nilai σ akan mempengaruhi nilai E dengan hubungan yang berbanding lurus. Melalui persamaan $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ menunjukkan bahwa cepat rambat berbanding lurus dengan modulus Young (E). Makin besar nilai E maka cepat rambat gelombang yang dihasilkan akan semakin besar. Oleh karena itu, berdasarkan hubungan tersebut semakin besar jari-jari yang digunakan maka semakin kecil cepat rambat gelombang yang dihasilkan.</p>
4.	<p>Diketahui :</p> <p>Frekuensi sumber (f_s) = 700 Hz</p> <p>Kecepatan pendengar (v_{pA}) = 72 km/jam = 20 m/s</p> <p>Kecepatan pendengar (v_{pB}) = 108 km/jam = 30 m/s</p> <p>Kecepatan sumber (v_s) = 0 m/s</p> <p>Cepat rambat bunyi (v) = 340 m/s</p> <p>Ditanya : rumusan persamaan hubungan antara f_{pA} dan f_{pB}?</p> <p>Jawaban :</p> <p>Konsep yang digunakan dalam kasus ini adalah efek Doppler dengan analisa sebagai berikut,</p> <p>Frekuensi yang didengar pendengar A:</p> $f_{pA} = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{340 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}} f \\
 &= \frac{360}{340} f \\
 &= \frac{18}{17} f
 \end{aligned}$$

Frekuensi yang didengar pendengar B:

$$\begin{aligned}
 f_{pB} &= \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \\
 &= \frac{340 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}} f \\
 &= \frac{310}{340} f \\
 &= \frac{31}{34} f
 \end{aligned}$$

Hubungan antara f_{pA} dan f_{pB} :

$$\begin{aligned}
 \frac{f_{pA}}{f_{pB}} &= \frac{18}{17} f : \frac{31}{34} f \\
 &= \frac{18}{17} f \times \frac{34}{31} f \\
 \frac{f_{pA}}{f_{pB}} &= \frac{36}{31} \\
 f_{pA} &= \frac{36}{31} f_{pB}
 \end{aligned}$$

Jadi, hubungan antara f_{pA} dan f_{pB} dinyatakan dalam persamaan

$$f_{pA} = \frac{36}{31} f_{pB}$$

5. Diketahui :

Jumlah sumber bunyi (n) = 100 mesin industri

Taraf intensitas (TI_0) = 50 dB

Baku tingkat kebisingan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 disajikan dalam tabel berikut,

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan :	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan :	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Letak kawasan yang diinginkan:

1. Kawasan industri dekat dengan jalan raya.
2. Kawasan Perkantoran dekat dengan kawasan industri, rumah sakit, sekolah, dan perumahan.
3. Kawasan ruang terbuka hijau jauh dari kawasan industri

Ditanya : Rancangan denah kawasan bebas kebisingan?

Jawaban:

Sebelum menentukan letak masing-masing tempat harus terlebih dahulu mengetahui taraf intensitas bunyi terutama kawasan industri. Tingkat kebisingan kawasan industri dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log n \\ &= 50 \text{ dB} + 10 \log 100 \\ &= 50 \text{ dB} + 20 \text{ dB} \\ &= 70 \text{ dB} \end{aligned}$$

Jika tingkat kebisingan perumahan, rumah sakit, dan sekolah maksimal 55 dB, jarak masing-masing bangunan dari kawasan industri sebagai berikut.

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 55 &= 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 10 \log \frac{R_2}{R_1} &= 15 \\ \log \frac{R_2}{R_1} &= \frac{15}{10} \\ \log R_2 - \log R_1 &= 1,5 \\ \log R_2 - \log 1 &= \log 31,623 \\ \log R_2 - 0 &= \log 31,623 \\ R_2 &= 31,623 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai R_1 menggunakan nilai 1 supaya dihitung tepat dari kawasan industri. Alasannya log 1 bernilai nol. Selanjutnya, jarak perkantoran dari kawasan industri adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} TI &= TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 65 &= 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ 10 \log \frac{R_2}{R_1} &= 5 \\ \log \frac{R_2}{R_1} &= \frac{5}{10} \\ \log R_2 - \log R_1 &= 0,52 \\ \log R_2 - \log 1 &= \log 3,162 \\ \log R_2 - 0 &= \log 3,162 \\ R_2 &= 3,162 \text{ m} \end{aligned}$$

Adapun jarak ruang terbuka hijau dari kawasan industri adalah sebagai berikut,

$$TI = TI_0 + 10 \log \frac{R_2}{R_1}$$

$$50 = 70 - 10 \log \frac{R_2}{R_1}$$

$$10 \log \frac{R_2}{R_1} = 20$$

$$\log \frac{R_2}{R_1} = \frac{20}{10}$$

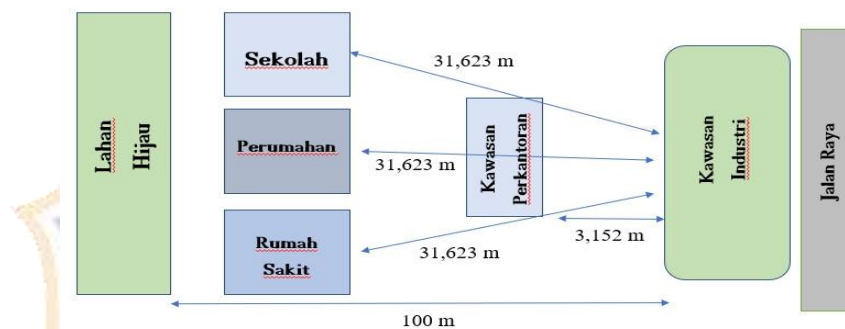
$$\log R_2 - \log R_1 = 2$$

$$\log R_2 - \log 1 = \log 100$$

$$\log R_2 - 0 = \log 100$$

$$R_2 = 100 \text{ m}$$

Dengan rancangan denah sebagai berikut:



6. Diketahui :

$$\text{Panjang gelombang } \lambda_1 = \lambda_2 = 4.800 \text{ \AA}$$

$$N_1 = 2.500 \text{ garis/cm}$$

$$N_2 = 3.000 \text{ garis/cm}$$

$$L_1 = L_2 = L$$

$$y_1 = y$$

$$y_2 = \frac{1}{2}y$$

Ditanya : kebenaran kesimpulan Wigra?

Jawaban :

Nilai panjang gelombang, jarak antara kisi dan layar, serta orde kisi bernilai sama. Oleh karena itu, kasus ini dapat dipecahkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$d_1 y_1 = d_2 y_2$$

$$\frac{1}{N_1} y_1 = \frac{1}{N_2} y_2$$

$$\frac{1}{(2.500)} y = \frac{1}{3.000} y_2$$

$$y_2 = \frac{3.000}{2.500} y$$

$$= \frac{6}{5} y$$

$$= 1,2 y$$

	Melalui analisa tersebut, jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sebesar $1,2 y$. Jadi kesimpulan yang dibuat Wigra salah.
7.	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang = λ</p> <p>Celah = d</p> <p>Jarak layar = L</p> <p>Jarak antara pita terang dan pita gelap = Δy</p> <p>Ditanya : kesimpulan percobaan jika dilakukan di air?</p> <p>Jawaban:</p> <p>Saat di udara, panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang cahaya di udara. Cahaya yang masuk ke air akan berubah panjang gelombangnya. Oleh karena indeks bias air lebih besar daripada indeks bias di udara, panjang gelombang cahaya di air menjadi lebih kecil. Berdasarkan persamaan $d \frac{y}{L} = n\lambda$, nilai n ditentukan dengan persamaan $n = \frac{dy}{L\lambda}$. Makin kecil panjang gelombang yang digunakan, makin besar orde yang terbentuk. Sementara itu, jarak pita terang dan pita gelap berdekatan dituliskan dengan persamaan $\Delta y = \frac{L\lambda}{2d}$. Nilai dari Δy sebanding dengan λ. Jika panjang gelombang cahaya lebih kecil, jarak pita terang dan pita gelap yang berurutan menjadi lebih pendek.</p>
8.	<p>Diketahui :</p> <p>Wahyudi memiliki satu buah pipa organa terbuka dan satu buah pipa organa tertutup.</p> <p>Panjang pipa organa tertutup (L_T) adalah 20 cm = 0,2 m</p> <p>Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka (f_B) = 4/3 frekuensi nada dasar pipa organa tertutup (f_T).</p> <p>Ditanya : Kebenaran pernyataan Wahyudi?</p> <p>Jawaban :</p> <p>Panjang gelombang pipa organa terbuka dirumuskan dengan</p> $\lambda_B = \frac{2l_B}{n+1}$ <p>Panjang gelombang pipa organa terbuka pada nada atas 1</p> $\lambda_B = \frac{2l_B}{1+1} = l_B$ $v = \lambda_B f_B$ $f_B = \frac{v}{\lambda_B} = \frac{v}{l_B}$ <p>Panjang gelombang pipa organa tertutup</p> $\lambda_T = \frac{4l_T}{2n+1}$ <p>Panjang gelombang pipa organa tertutup pada nada dasar</p> $\lambda_T = \frac{4l_T}{2(0)+1} = 4l_T$ $v = \lambda_T f_T$ $f_T = \frac{v}{\lambda_T} = \frac{v}{4l_T}$

	<p>Menghitung panjang l_B menggunakan perbandingan frekuensi</p> $\frac{f_B}{f_T} = \frac{v}{4l_T}$ $\frac{f_B}{f_T} = \frac{4l_T}{l_B}$ $l_B = \frac{f_T}{f_B} 4l_T$ $l_B = \frac{3}{4}(4)20$ $l_B = 60 \text{ cm}$ <p>Berdasarkan analisis tersebut diperoleh bahwa panjang pipa organa terbuka yang dimiliki Wahyudi adalah 60 cm, sehingga pipa organa terbukanya lebih panjang daripada pipa organa tertutup yang dimilikinya. Maka pernyataan yang disampaikan Wahyudi salah.</p>
9.	<p>Diketahui :</p> <p>Suyoga dan kelompoknya melakukan percobaan difraksi celah ganda namun, pola gelap terang yang tampak pada layar terlalu menyebar. Ditanya : Solusi yang sesuai dengan permasalahan ? Jawaban :</p> <p>Solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang dilakukan oleh kelompok Suyoga memperoleh hasil yang lebih tajam adalah dengan menggunakan penghalang yang memiliki lebih banyak celah dengan lebar sama dan jarak antar celah berdekatan juga sama, maka akan diperoleh pola pita-pita terang yang lebih tajam. Selain itu penggunaan senter hp dalam percobaan ini kurang tepat. Cahaya pada senter hp memiliki panjang gelombang dan frekuensi yang bermacam-macam, dalam percobaan seharusnya menggunakan sinar laser sebagai penghasil cahaya yang koheren, memiliki satu panjang gelombang yang spesifik, dan menuju arah yang sama sehingga dapat menempuh garis lurus.</p>
10.	<p>Pada percobaan celah tunggal akan berlaku persamaan berikut.</p> <p>c. Pola terang</p> $d \sin \alpha = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$ $d = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{\sin \alpha} \text{ atau}$ $\frac{dy}{L} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$ $d = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{y}$ <p>d. Pola gelap</p> $d \sin \alpha = n \lambda$ $d = \frac{n \lambda}{\sin \alpha} \text{ atau}$ $\frac{dy}{L} = n \lambda$

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

Jika sumber cahaya yang digunakan sama dengan percobaan sebelumnya, nilai panjang gelombang cahaya pun konstan. Sementara itu, saat jarak celah diperkecil akan mempengaruhi sudut deviasi, lebar pita, dan jarak celah dengan layar. Adapun orde difraksi selalu konstan. Sehingga jika percobaan dilakukan di air akan menghasilkan,

- a. Sudut deviasi lebih besar dari semula
- b. Nilai pengukuran sinus sudut deviasi lebih besar dari semula
- c. Jarak antara celah dengan layar lebih dekat dari semula
- d. Lebar pita akan makin besar dari semula





LAMPIRAN II

HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN

- 2.1 Data Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika**
- 2.2 Hasil Analisis IDB dan IKB dari Data Hasil Uji Coba**
- 2.3 Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir dari Data Hasil Uji Coba**
- 2.4 Hasil Analisis Reliabilitas Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika**
- 2.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika**

Lampiran 2.1

DATA HASIL UJI COBA KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA

Pokok Bahasan : Gelombang Bunyi dan Cahaya

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Gianyar

Kelas : XII MIPA

Jumlah Responden : 73 Siswa

Jumlah Butir Soal : 16 Butir

➤ Butir Soal Nomor 1-8

No	Nama	No Butir							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Anak Agung Diah Bulan Maharani	3	1	1	3	5	1	2	4
2.	Anak Agung Gde Agung Sahadewa	2	5	1	5	4	0	1	2
3.	Anak Agung Gde Wiryanantha	5	3	2	3	3	1	3	5
4.	Angelina Putri Alexandria Parinussa	0	0	0	3	2	0	1	1
5.	Bagus Jagra Wicaksana	5	4	3	4	5	3	5	5
6.	Bagus Krisna Septia Riyadi	3	3	4	5	3	5	4	4
7.	Dewa Ayu Mirayanti	2	3	3	3	5	3	4	5
8.	I Dewa Made Padma Wimala	4	2	5	2	5	2	5	1
9.	I Gede Lanang Daneswara Parama	4	1	3	5	2	1	1	3
10.	I Gusti Ayu Putu Lisa Kumala Dewi	3	5	2	4	5	2	3	5
11.	I Kadek Yowana Wedatama	5	3	4	5	4	5	4	5
12.	I Made Ananda Aridinatha	2	2	1	3	3	2	2	4
13.	I Nyoman Cahyadi Putra	4	4	3	3	5	4	5	3
14.	I Putu Sheva Marta Dewa	0	0	0	3	4	0	0	0
15.	Kadek Chanda Amelia	4	5	5	4	5	2	3	4
16.	Kadek Wangun Pattusiannugraha	3	3	3	5	4	3	3	2
17.	Komang Ayu Cintya Pradnya Swari	5	1	5	5	4	5	0	4
18.	Komang Bagus Arthama Yasa	5	3	2	3	5	1	4	0
19.	Made Mudara Wigra Sentana	5	4	5	4	4	5	2	5
20.	Ni Kadek Ayu Aptika Dewi	5	5	4	4	5	4	5	5
21.	Ni Kadek Elmarlinda Sucitra	4	3	5	5	2	3	4	4
22.	Ni Kadek Emilia Puspita	5	2	2	4	2	3	2	1
23.	Ni Kadek Mira Puspita Sari	4	5	3	1	1	5	4	5
24.	Ni Komang Ayu Widyantari	4	5	2	3	3	3	4	3
25.	Ni Komang Triya Darma Cahyani	5	1	0	3	5	5	2	5
26.	Ni Made Hening Teja Pangastuti	3	5	5	5	5	3	0	5
27.	Ni Putu Meirani Gita Melati	5	3	3	2	2	0	3	2
28.	Ni Putu Widia Anggrayani	4	4	4	3	4	4	0	4
29.	Ni Wayan Savita Gauri	4	5	5	5	5	2	3	3
30.	Nolan Mahotama Abipantara Urya	5	5	1	3	5	1	4	5

31.	Nyoman Ayu Aprilia Sari	0	0	0	4	4	3	0	1
32.	Putu Aprilia Putri Wijana	3	5	3	3	4	3	4	3
33.	Putu Livya Indira Damayanti	5	5	3	3	5	3	0	5
34.	Wayan Agus Junanda	3	2	0	3	3	1	3	0
35.	Wayan Ananda Nayottama	5	3	4	4	1	3	3	5
36.	Wayan Ari Widnyani	0	0	0	3	4	0	0	0
37.	Wayan Aris Dwipayana	3	5	2	4	5	3	2	4
38.	Anak Agung Istri Mas Wiryani	3	3	3	4	5	2	5	1
39.	Desak Nyoman Dewi Puspa Kartika	3	1	2	2	3	1	1	0
40.	Dewa Ayu Istri Pradnya Iswari	0	1	0	2	0	2	0	1
41.	Gede Andika Winda Mahendra	3	2	1	0	5	2	0	0
42.	Gusti Ayu Bintang Cahyani	4	0	4	1	5	2	2	0
43.	Gusti Ayu Srisuri Safira Alyasih	5	2	4	0	5	4	3	5
44.	I Dewa Ayu Happy Adnyaswari	3	3	4	3	4	3	2	5
45.	I Dewa Ayu Triana Jayanti	5	0	1	5	1	2	2	4
46.	I Dewa Gede Byantara Nugraha	5	3	1	0	5	2	1	1
47.	I Dewa Made Satya Raditya	1	0	0	5	4	0	1	0
48.	I Gusti Made Andhika Wirayuda	0	0	0	4	4	3	0	0
49.	I Gusti Ngurah Yudhis Prayatna	2	3	4	5	1	3	3	2
50.	I Komang Agung Pramana	3	0	0	1	5	2	0	3
51.	I Made Darma Kumara	1	0	1	0	2	0	2	1
52.	I Wayan Putra Kesumantara	3	2	1	4	5	2	4	0
53.	Kadek Dwita Lestari Sarragika	4	5	3	3	1	0	4	2
54.	Kadek Sri Ayu Fadma	0	1	1	1	5	0	1	2
55.	Komang Daksa Devananda	3	3	0	4	4	0	0	2
56.	Komang Prahamsa	2	1	0	3	3	0	2	1
57.	Made Gayatri Diana Paramita	3	4	1	3	4	3	0	0
58.	Made Juniasih	1	3	2	4	3	0	0	0
59.	Made Mahendra Jaya Purnama	2	3	1	5	3	0	0	1
60.	Mutiara Nur Andrilia	0	2	0	2	0	0	1	0
61.	Ni Kadek Apriliani Pratiwi	2	1	2	4	5	2	3	5
62.	Ni Kadek Dwi Febri Wahyuni	3	2	3	3	5	0	2	4
63.	Ni Kadek Yuki Cahyani	0	5	4	2	1	2	3	5
64.	Ni Nyoman Pritha Savitri Setiawati	1	3	1	4	4	2	2	2
65.	Ni Putu Esa Stevany Aulia	3	2	4	2	5	0	4	5
66.	Ni Wayan Vina Prananda Putri	0	1	2	5	0	0	1	1
67.	Nyoman Aditya Murdana	0	1	1	0	5	0	0	1
68.	Nyoman Teja Purnamem Dirga	1	2	3	3	5	2	0	2
69.	Pande Made Nico Saputra	4	5	2	2	0	0	0	4
70.	Putu Aninda Wulandari	3	5	0	4	4	3	1	1
71.	Putu Ayu Tatiana Putri	5	3	4	5	5	1	1	3
72.	Putu Gede Wahyu Deanova	0	2	3	3	3	2	0	0
73.	Putu Natan Nugra Dika	0	1	2	3	4	1	0	0

➤ Butir Soal Nomor 9-16

No	Nama	No Butir								Total Skor
		9	10	11	12	13	14	15	16	
1.	Anak Agung Diah Bulan M.	1	1	2	3	5	4	5	5	46
2.	Anak Agung Gde Agung	0	3	2	2	5	1	5	4	42
3.	Anak Agung Gde W.	3	1	4	3	5	1	5	5	52
4.	Angelina Putri Alexandria	0	0	1	2	1	0	2	2	15
5.	Bagus Jagra Wicaksana	2	3	5	4	5	5	4	1	63
6.	Bagus Krisna Septia Riyadi	3	5	3	1	5	3	5	2	58
7.	Dewa Ayu Mirayanti	3	3	4	3	5	2	4	2	54
8.	I Dewa Made Padma Wimala	3	5	3	5	0	4	5	3	54
9.	I Gede Lanang Daneswara	0	4	3	3	4	1	4	1	40
10.	I Gusti Ayu Putu Lisa K.M	1	5	5	1	4	5	5	5	60
11.	I Kadek Yowana Wedatama	3	2	5	2	5	5	4	2	63
12.	I Made Ananda Aridinatha	2	1	3	2	5	2	3	3	40
13.	I Nyoman Cahyadi Putra	4	3	4	4	1	3	3	5	58
14.	I Putu Sheva Marta Dewa	0	0	0	3	4	0	3	2	19
15.	Kadek Chanda Amelia	3	5	5	3	5	4	2	2	61
16.	Kadek Wangun P	2	3	4	3	3	5	2	0	48
17.	Komang Ayu Cintya Pradnya	2	4	1	0	5	3	1	4	49
18.	Komang Bagus Arthama	4	3	3	4	3	3	0	0	43
19.	Made Mudara Wigra Sentana	4	5	5	4	5	5	5	5	72
20.	Ni Kadek Ayu Aptika Dewi	4	5	5	4	4	5	5	5	74
21.	Ni Kadek Elmarlinda Sucitra	4	4	5	5	2	4	4	3	61
22.	Ni Kadek Emilia Puspita	4	3	1	1	5	5	1	4	45
23.	Ni Kadek Mira Puspita Sari	4	2	3	3	0	3	4	3	50
24.	Ni Komang Ayu Widyantari	2	5	5	2	4	2	5	4	56
25.	Ni Komang Triya Darma	3	1	1	2	2	1	1	5	42
26.	Ni Made Hening Teja	1	5	2	0	4	2	1	3	49
27.	Ni Putu Meirani Gita Melati	2	5	2	3	5	5	1	2	45
28.	Ni Putu Widia Anggrayani	1	3	4	4	3	3	4	4	53
29.	Ni Wayan Savita Gauri	3	4	5	3	3	5	3	2	60
30.	Nolan Mahotama Abipantara	5	5	4	3	3	5	4	5	63
31.	Nyoman Ayu Aprilia Sari	0	2	2	4	5	0	5	2	32
32.	Putu Aprilia Putri Wijana	5	3	4	3	4	2	4	3	56
33.	Putu Livya Indira Damayanti	1	2	4	3	2	4	0	0	45
34.	Wayan Agus Junanda	5	3	1	3	2	3	3	3	38
35.	Wayan Ananda Nayottama	5	2	3	5	1	2	3	3	52
36.	Wayan Ari Widnyani	0	1	1	1	4	0	1	4	19
37.	Wayan Aris Dwipayana	0	2	5	0	5	4	5	5	54
38.	Anak Agung Istri Mas	4	3	2	3	1	1	5	4	49
39.	Desak Nyoman Dewi Puspa	0	4	1	0	4	0	5	5	32
40.	Dewa Ayu Istri Pradnya	0	0	1	3	0	1	4	0	15

41.	Gede Andika Winda	1	0	1	0	5	1	0	4	25
42.	Gusti Ayu Bintang Cahyani	0	0	1	0	0	1	4	3	27
43.	Gusti Ayu Srisuri Safira	2	4	3	2	3	4	4	3	53
44.	I Dewa Ayu Happy	5	2	1	5	4	3	4	5	56
45.	I Dewa Ayu Triana Jayanti	5	2	0	4	4	0	1	0	36
46.	I Dewa Gede Byantara	5	3	5	2	4	4	3	3	47
47.	I Dewa Made Satya Raditya	1	0	2	4	0	3	0	1	22
48.	I Gusti Made Andhika	0	0	0	0	0	0	0	2	13
49.	I Gusti Ngurah Yudhis	1	5	5	3	3	3	3	3	49
50.	I Komang Agung Pramana	4	4	4	0	1	3	4	2	36
51.	I Made Darma Kumara	0	0	1	0	5	2	4	2	21
52.	I Wayan Putra Kesumantara	3	3	4	0	2	1	5	1	40
53.	Kadek Dwita Lestari	0	3	1	4	4	4	4	0	42
54.	Kadek Sri Ayu Fadma	0	2	1	5	2	2	5	0	28
55.	Komang Daksa Devananda	3	2	0	4	1	0	0	4	30
56.	Komang Prahamsa	4	5	4	2	0	4	0	5	36
57.	Made Gayatri Diana	5	0	3	5	0	5	5	2	43
58.	Made Juniasih	1	0	1	4	0	3	5	3	30
59.	Made Mahendra Jaya	3	0	2	5	1	2	4	0	32
60.	Mutiara Nur Andrilia	3	1	0	0	5	0	5	5	24
61.	Ni Kadek Apriliani Pratiwi	2	1	2	1	4	4	2	1	41
62.	Ni Kadek Dwi Febri	1	5	1	3	5	1	0	4	42
63.	Ni Kadek Yuki Cahyani	3	4	5	2	5	4	4	5	54
64.	Ni Nyoman Pritha Savitri	3	3	4	4	5	0	4	0	42
65.	Ni Putu Esa Stevany Aulia	1	3	3	1	5	4	0	0	42
66.	Ni Wayan Vina Prananda	0	2	0	4	4	0	5	5	30
67.	Nyoman Aditya Murdana	1	0	0	0	5	1	0	5	20
68.	Nyoman Teja Purnamem	4	1	5	0	3	3	5	4	43
69.	Pande Made Nico Saputra	2	2	4	1	5	1	5	5	42
70.	Putu Aninda Wulandari	4	3	5	5	4	4	4	2	52
71.	Putu Ayu Tatiana Putri	0	4	3	3	1	3	0	4	45
72.	Putu Gede Wahyu Deanova	0	2	0	5	5	2	3	5	35
73.	Putu Natan Nugra Dika	0	1	0	4	4	0	5	0	25

KELOMPOK ATAS

➤ Kelompok Atas 27%

No. Res.	SKOR PERBUTIR																Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
20	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	74
19	5	4	5	4	4	5	2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	72
5	5	4	3	4	5	3	5	5	2	3	5	4	5	5	4	1	63
11	5	3	4	5	4	5	4	5	3	2	5	2	5	5	4	2	63
30	5	5	1	3	5	1	4	5	5	5	4	3	3	5	4	5	63
15	4	5	5	4	5	2	3	4	3	5	5	3	5	4	2	2	61
21	4	3	5	5	2	3	4	4	4	4	5	5	2	4	4	3	61
10	3	5	2	4	5	2	3	5	1	5	5	1	4	5	5	5	60
29	4	5	5	5	5	2	3	3	3	4	5	3	3	5	3	2	60
6	3	3	4	5	3	5	4	4	3	5	3	1	5	3	5	2	58
13	4	4	3	3	5	4	5	3	4	3	4	4	1	3	3	5	58
24	4	5	2	3	3	3	4	3	2	5	5	2	4	2	5	4	56
32	3	5	3	3	4	3	4	3	5	3	4	3	4	2	4	3	56
44	3	3	4	3	4	3	2	5	5	2	1	5	4	3	4	5	56
7	2	3	3	3	5	3	4	5	3	3	4	3	5	2	4	2	54
8	4	2	5	2	5	2	5	1	3	5	3	5	0	4	5	3	54
37	3	5	2	4	5	3	2	4	0	2	5	0	5	4	5	5	54
63	0	5	4	2	1	2	3	5	3	4	5	2	5	4	4	5	54
28	4	4	4	3	4	4	0	4	1	3	4	4	3	3	4	4	53
43	5	2	4	0	5	4	3	5	2	4	3	2	3	4	4	3	53



KELOMPOK BAWAH

➤ Kelompok Bawah 27%

No. Res.	SKOR PERBUTIR																Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
72	0	2	3	3	3	2	0	0	0	2	0	5	5	2	3	5	35
31	0	0	0	4	4	3	0	1	0	2	2	4	5	0	5	2	32
39	3	1	2	2	3	1	1	0	0	4	1	0	4	0	5	5	32
59	2	3	1	5	3	0	0	1	3	0	2	5	1	2	4	0	32
55	3	3	0	4	4	0	0	2	3	2	0	4	1	0	0	4	30
58	1	3	2	4	3	0	0	0	1	0	1	4	0	3	5	3	30
66	0	1	2	5	0	0	1	1	0	2	0	4	4	0	5	5	30
54	0	1	1	1	5	0	1	2	0	2	1	5	2	2	5	0	28
42	4	0	4	1	5	2	2	0	0	0	1	0	0	1	4	3	27
41	3	2	1	0	5	2	0	0	1	0	1	0	5	1	0	4	25
73	0	1	2	3	4	1	0	0	0	1	0	4	4	0	5	0	25
60	0	2	0	2	0	0	1	0	3	1	0	0	5	0	5	5	24
47	1	0	0	5	4	0	1	0	1	0	2	4	0	3	0	1	22
51	1	0	1	0	2	0	2	1	0	0	1	0	5	2	4	2	21
67	0	1	1	0	5	0	0	1	1	0	0	0	5	1	0	5	20
14	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	3	4	0	3	2	19
36	0	0	0	3	4	0	0	0	0	1	1	1	4	0	1	4	19
4	0	0	0	3	2	0	1	1	0	0	1	2	1	0	2	2	15
40	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	1	3	0	1	4	0	15
48	0	0	0	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13



Lampiran 2.2

**HASIL ANALISIS IDB DAN IKB DARI DATA HASIL UJI COBA
TES KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA**

A. Analisis Indeks Daya Butir (IDB)

No. Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΣH	75	80	72	69	84	63	69	83	60	71
ΣL	18	21	20	54	64	16	10	11	13	54
Skor Maksimum	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Skor Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah Responden	73									
Kelompok Atas dan Bawah (N)	20									
IDB	0,57	0,59	0,52	0,15	0,20	0,47	0,59	0,72	0,47	0,60
Kategori	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sangat Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

No. Soal	11	12	13	14	15	16
ΣH	85	60	75	77	83	71
ΣL	15	48	55	18	60	54
Skor Maksimum	5	5	5	5	5	5
Skor Minimum	0	0	0	0	0	0
Jumlah Responden	73					
Kelompok Atas dan Bawah (N)	20					
IDB	0,70	0,12	0,20	0,59	0,23	0,17
Kategori	Tinggi	Sangat Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sangat Rendah

Untuk tes standar dianjurkan menggunakan tes yang memiliki IDB > 0,20

B. Analisis Indeks Kesukaran Butir (IKB)

No. Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΣH	75	80	72	69	84	63	69	83	60	77
ΣL	18	21	20	54	64	16	10	11	13	17
Skor Maksimum	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Skor Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah Responden	73									
Kelompok Atas dan Bawah (N)	20									
IKB	0,47	0,51	0,46	0,62	0,74	0,40	0,40	0,47	0,37	0,47
Kriteria Kesukaran	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Mudah	Sukar	Sukar	Sedang	Sukar	Sedang

No. Soal	11	12	13	14	15	16
ΣH	85	60	75	77	83	71
ΣL	15	48	55	18	60	54
Skor Maksimum	5	5	5	5	5	5
Skor Minimum	0	0	0	0	0	0
Jumlah Responden	73					
Kelompok Atas dan Bawah (N)	20					
IKB	0,50	0,54	0,65	0,48	0,72	0,63
Kriteria Kesukaran	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang	Mudah	Mudah

Interval yang ditoleransi sebagai standar yaitu 0,30 – 0,70.

Lampiran 2.3

**HASIL ANALISIS KONSISTENSI INTERNAL BUTIR DARI DATA
HASIL UJI COBA TES HOTS**

Correlations			Kategori
		Total	
Soal 1	Pearson Correlation	.686	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 2	Pearson Correlation	.728	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 3	Pearson Correlation	.671	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 4	Pearson Correlation	.285	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,014	
	N	73	
Soal 5	Pearson Correlation	.236	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,045	
	N	73	
Soal 6	Pearson Correlation	.599	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 7	Pearson Correlation	.648	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 8	Pearson Correlation	.704	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 9	Pearson Correlation	.532	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 10	Pearson Correlation	.695	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 11	Pearson Correlation	.758	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 12	Pearson Correlation	.244	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,037	
	N	73	
Soal 13	Pearson Correlation	.249	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,033	

	N	73	
Soal 14	Pearson Correlation	.685	Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	73	
Soal 15	Pearson Correlation	.287	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,014	
	N	73	
Soal 16	Pearson Correlation	.233	Tidak Konsisten
	Sig. (2-tailed)	0,047	
	N	73	

Kriteria yang dipakai sebagai landasan pengujian konsistensi internal pada butir tes adalah indeks korelasi (r_{xy}) yang memiliki nilai di atas 0,30 yang berarti butir tes mempunyai derajat konsistensi internal butir yang tinggi (butir tes dapat digunakan langsung). Butir soal dengan indeks korelasi dalam rentangan 0,10 – 0,30 berarti butir tes memiliki derajat konsistensi internal butir yang sedang, dapat digunakan, namun direkomendasi untuk direvisi. Butir soal dengan indeks korelasi di bawah 0,10 berarti butir soal memiliki derajat konsistensi yang rendah dan butir soal tidak dipergunakan.



Lampiran 2.4

HASIL ANALISIS RELIABILITAS UJI COBA TES HOTS

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	73	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	73	100.0

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

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.881	10

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
SOAL01	21.2740	112.507	.679	.864
SOAL02	21.5342	115.113	.630	.868
SOAL03	21.9041	117.060	.602	.870
SOAL06	22.1918	120.602	.529	.875
SOAL07	22.1370	116.898	.597	.871
SOAL08	21.5890	112.051	.622	.869
SOAL09	21.9452	120.358	.463	.880
SOAL10	21.5753	115.748	.617	.869
SOAL11	21.4795	112.003	.702	.863
SOAL14	21.6027	114.215	.655	.866

Standar yang digunakan adalah koefisien reliabilitas 0,80 menyatakan tes tersebut *acceptable*. Berdasarkan hasil analisis data uji coba instrumen tes HOTS fisika yang digunakan, terdapat 10 soal yang dapat digunakan untuk penelitian. Indeks reliabilitas dari 10 soal tes yang digunakan sebagai instrumen penelitian adalah sebesar 0,881 sehingga 10 soal tes HOTS fisika ini layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

Lampiran 2.5

REKAPITULASI HASIL ANALISIS UJI COBA TES HOTS

No. Butir	Indeks Daya Bada Butir		Indeks Kesukaran Butir		Konsistensi Internal Butir		Keputusan
	IDB	Kategori	IKB	Kategori	r_{xy}	Kategori	
1	0,57	Tinggi	0,47	Sedang	0,69	Konsisten	Digunakan
2	0,59	Tinggi	0,51	Sedang	0,73	Konsisten	Digunakan
3	0,52	Tinggi	0,46	Sedang	0,67	Konsisten	Digunakan
4	0,15	Sangat Rendah	0,62	Mudah	0,29	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
5	0,20	Rendah	0,74	Mudah	0,24	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
6	0,47	Tinggi	0,40	Sukar	0,60	Konsisten	Digunakan
7	0,59	Tinggi	0,40	Sukar	0,65	Konsisten	Digunakan
8	0,72	Tinggi	0,47	Sedang	0,70	Konsisten	Digunakan
9	0,47	Tinggi	0,37	Sukar	0,53	Konsisten	Digunakan
10	0,60	Tinggi	0,47	Sedang	0,69	Konsisten	Digunakan
11	0,70	Tinggi	0,50	Sedang	0,76	Konsisten	Digunakan
12	0,12	Sangat Rendah	0,54	Sedang	0,24	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
13	0,20	Rendah	0,65	Mudah	0,25	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
14	0,59	Tinggi	0,48	Sedang	0,68	Konsisten	Digunakan
15	0,23	Sedang	0,72	Mudah	0,29	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
16	0,17	Sangat Rendah	0,63	Mudah	0,23	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan



LAMPIRAN III

PERANGKAT PEMBELAJARAN

3.1 RPP + LKS untuk Kelas Eksperimen Pertama (PBFCL)

3.2 RPP + LKS untuk Kelas Kontrol (DI)

Lampiran 3.1

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

KELAS EKSPERIMEN (PBFCL)

Nama Sekolah	: SMA NEGERI 1 Gianyar
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI MIPA/II
Tahun Pelajaran	: 2022/2023
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi dan Cahaya
Sub Materi	: Fenomena Difraksi dan Interferensi Gelombang Cahaya
Alokasi Waktu	: 2 JP (2×45 menit)
Model Pembelajaran	: <i>Problem Based Flipped Classroom Learning</i>

A. Kompetensi Inti

- KI.1** : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI.2** : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI.3** : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI.4** : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya.	1.1.1 Menunjukkan sikap kagum dan bersyukur kehadiran Tuhan yang menciptakan alam semesta karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat

		memahami fenomena gelombang bunyi dan cahaya
2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi.	2.1.1 Menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan tanggung jawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait informasi tentang gelombang bunyi dan cahaya. 2.1.2 Menunjukkan sikap kerjasama, toleransi, jujur, dan komunikatif dalam melaporkan hasil diskusi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	
3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	3.10.7 Menganalisis fenomena difraksi cahaya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari 3.10.8 Menilai kasus nyata dari fenomena interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	
4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	4.10.5 Merencanakan dan melakukan percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya 4.10.6 Mengkomunikasikan hasil percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya	

C. Tujuan Pembelajaran

No	Tujuan Pembelajaran	Level Kognitif
1.1.1	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap kagum dan bersyukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat memahami konsep dan fenomena alam tentang gelombang bunyi dan cahaya	-
2.1.1	Melalui diskusi, simulasi dan percobaan dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan bertanggungjawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	-

2.1.2	Melalui diskusi, simulasi dan percobaan dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap kerjasama yang baik, toleransi, jujur, dan komunikatif dalam melaporkan hasil investigasi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	-
3.10.7	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu menganalisis fenomena difraksi cahaya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	C4
3.10.8	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu menilai kasus nyata fenomena interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	C5
4.10.5	Melalui diskusi kelompok dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu merencanakan dan melakukan percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya	-
4.10.6	Melalui diskusi kelompok dengan menggunakan model <i>problem based flipped classroom learning</i> peserta didik mampu mengkomunikasikan hasil percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya	-

D. Materi Pembelajaran

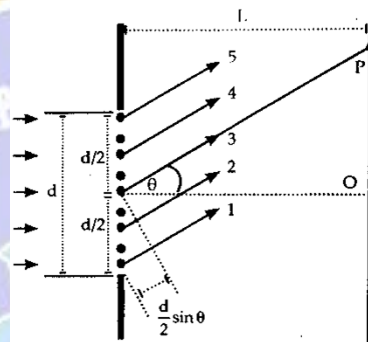
Kategori	Materi Pembelajaran
Faktual	<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya yang melewati sela jari-jari saat jari dirapatkan dan diarahkan pada sumber cahaya misalnya lampu, merupakan salah satu fenomena difraksi • Dalam kehidupan sehari-hari kita tentu pernah melihat warna-warna pelangi di gelombang air sabun yang terkena cahaya matahari. Hal ini menunjukkan interferensi cahaya matahari pada selaput tipis air sabun tersebut
Konseptual	<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya merupakan salah satu bentuk energi yang dapat kita lihat dan kita rasakan pengaruhnya • Cahaya sebagai gelombang memiliki sifat – sifat gelombang secara umum, seperti difraksi, interferensi, dan polarisasi • Cahaya adalah gelombang elektromagnetik karena dapat merambat melalui ruang hampa atau tanpa membutuhkan medium • Cahaya juga merupakan gelombang transversal yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya • Ada dua jenis cahaya, yaitu cahaya polikromatis dan cahaya monokromatis

1. Difraksi Cahaya

Difraksi merupakan peristiwa penyebaran cahaya setelah melewati celah sempit sehingga terbentuk pola gelap terang pada layar. Jika celah berukuran lebar, difraksi tidak jelas terlihat, tetapi jika celah dipersempit difraksi akan tampak jelas. Difraksi celah tunggal akan menghasilkan garis gelap terang pada layar.

a. Difraksi Celah Tunggal

Perhatikan Gambar 1. Sebuah celah sempit dengan lebar d disinari cahaya yang tegak lurus dengan celah. Pada jarak L dari celah, diletakkan layar sehingga akan tampak di layar garis gelap dan terang, disekitar terang pusat. Karena terletak di layar dan berjarak lintasan optik sama dari celah, maka di titik O terjadi interferensi maksimum, atau terang pusat. Sedangkan interferensi di titik P tergantung pada selisih lintasan optik yang ditempuh oleh sinar.



Gambar 8. Difraksi celah tunggal

Celah sempit tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian yang lebarnya masing-masing $d/2$. Hal itu menyebabkan sinar dari celah 1-3 akan berinterferensi di titik P dan menghasilkan garis gelap dengan selisih lintasan $\lambda/2$.

$$\frac{1}{2}d \sin \theta = \frac{1}{2} \lambda \text{ atau } d \sin \theta = \lambda$$

Jika celah dibagi menjadi empat, jadi, untuk garis gelap ke- n akan terbentuk pada layar (difraksi minimum) sesuai persamaan berikut:

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

Keterangan:

d = lebar celah (m)

θ = sudut berkas sinar dengan arah tegak lurus

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

Untuk sudut θ yang sangat kecil $\sin \theta = \tan \theta$, maka diperoleh persamaan berikut:

garis gelap, $\frac{yd}{L} = n\lambda$

garis terang, $\frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$

Prinsip

b. Difraksi Celah Majemuk (Kisi)

Kisi difraksi adalah alat yang mempunyai celah yang banyak, hingga beberapa ribu celah (goresan) per millimeter. Tetapan kisi N adalah tetapan yang menyatakan banyak garis (goresan) tiap satuan panjang. Misalnya, 10.000 garis/cm, berarti $N = 10.000$ garis/cm. jarak antar celah adalah d sehingga dapat diperoleh:

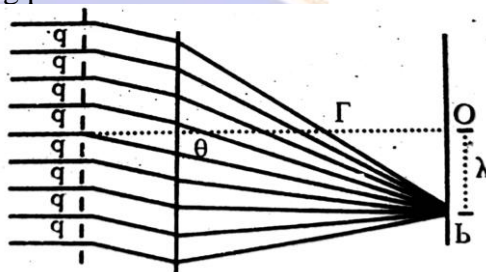
$$d = \frac{1}{N}$$

Keterangan:

d = jarak antar celah (m)

N = banyak goresan/celah

Perhatikan Gambar 2. kisi celah majemuk di samping. Sinar yang masuk melalui celah kisi akan didifraksikan dengan sudut sebesar θ . Sinar akan terkumpul di titik P yang berjarak y dari terang pusat O .



Gambar 9. Difraksi celah majemuk

Interferensi cahaya di titik P tergantung pada selisih lintasan yang ditempuh sinar yang berdekatan yaitu $d \sin \theta$.

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

Untuk garis gelap diperoleh:

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

Untuk sudut θ yang sangat kecil, diperoleh persamaan berikut:

$$\text{garis gelap, } \frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$$

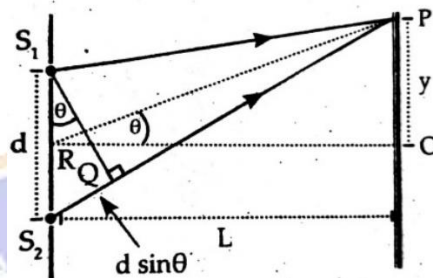
$$\text{garis terang, } \frac{yd}{L} = n \lambda$$

2. Interferensi Cahaya

Interferensi cahaya terjadi karena adanya perpaduan dua gelombang cahaya. Apabila dua gelombang tersebut memiliki amplitudo yang sama, frekuensi dan fasenya tetap atau yang disebut koheren, interferensinya dapat terlihat dengan jelas. Kedua gelombang tersebut akan saling menguatkan (konstruktif) dan dalam pengamatan akan terlihat garis yang terang. Namun, apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperlemah (bersifat destruktif) akan menghasilkan garis gelap pada pengamatan.

a. Interferensi Celah Ganda

Interferensi celah ganda juga disebut interferensi celah ganda *Young*. Interferensi ini menghasilkan garis terang dan gelap bergantian dengan jarak pisah yang seragam. Interferensi konstruktif (garis terang) terjadi jika kedua gelombang yang berinterferensi sefase. Fase sama terjadi jika benda lintasan (Δs) antara kedua gelombang sama dengan $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$. Interferensi destruktif (garis gelap) terjadi jika kedua gelombang berlawanan fase atau memiliki beda lintasan (Δs) sama dengan $\frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, \dots$. Perhatikan Gambar 3.



Gambar 10. Celah ganda Young

Dua berkas cahaya yang koheren dilewatkan melalui celah ganda sehingga terbentuk pola garis terang dan gelap di layar. Misalnya jarak antara dua celah d , jarak layar ke celah L . pada layar (titik O) terjadi garis terang pusat karena jarak kedua celah ke titik O sama sehingga terjadi interferensi maksimal. Jarak titik P ke terang pusat O akan terjadi interferensi minimum, tergantung pada selisih jarak kedua celah (S_1 dan S_2) ke titik P . Oleh karena itu, di titik P akan terjadi interferensi maksimum jika $S_2P - S_1P = d \sin \theta = n\lambda$. Coba perhatikan segitiga S_1QS_2 , dan segitiga POR ! Untuk nilai θ yang sangat kecil, berlaku:

$$\sin \theta = \tan \theta = \frac{y}{L} \rightarrow \frac{n\lambda}{d} = \frac{y}{L}$$

Dengan demikian, pada interferensi konstruktif, jarak antara garis terang ke- n dari terang pusat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{yd}{L} = n\lambda$$

Sementara itu, pada interferensi destruktif, jarak untuk garis gelap ke- n dari terang pusat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Keterangan:

y = jarak terang ke - n dari terang pusat (m)

d = jarak kedua celah (m)

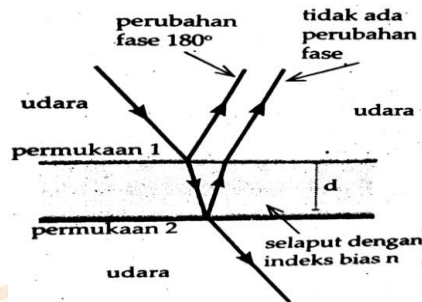
L = jarak celah ke layar (m)

λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (0, 1, 2, 3, ...)

b. Interferensi Selaput Tipis

Dalam kehidupan sehari-hari kita tentu pernah melihat warna-warna pelangi di gelombang air sabun yang terkena cahaya matahari. Hal ini menunjukkan interferensi cahaya matahari pada selaput tipis air sabun tersebut. Interferensi cahaya terjadi dari cahaya yang dipantulkan oleh lapisan permukaan atas dan bawah dari selaput tipis tersebut.



Gambar 11. Interferensi selaput tipis

Ketika sinar mengenai permukaan 1 dan 2, sinar yang dipantulkan mengalami perubahan fase setengah (berlawanan fase) sehingga sinar yang berinterferensi memiliki beda fase setengah. Terjadinya interferensi konstruktif pada lapisan tipis terjadi jika selisih lintasan kedua sinar sebagai berikut.

$$\frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$$

Secara matematis, dinyatakan sebagai berikut.

$$2nd = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Keterangan:

n = indeks bias lapisan tipis

d = tebal lapisan (m)

r = sudut bias sinar

λ = panjang gelombang (m)

m = orde interferensi ($m = 0, 1, 2, 3, \dots$)

Pada interferensi minimum, akan terjadi jika selisih lintasan optiknya $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$. Terjadinya interferensi minimum (destruktif) pada lapisan tipis dinyatakan sebagai berikut:

$$2nd = m\lambda$$

Prosedur LKS 03

E. Pendekatan/Model/Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Scientific
2. Model pembelajaran : *Problem Based Flipped Classroom Learning*
3. Metode pembelajaran : Diskusi, Presentasi, dan Percobaan Virtual

F. Media, Alat, dan Sumber Pembelajaran

1. Media : Video pembelajaran, LKS dan Powerpoint
2. Alat : Internet, LCD, Proyektor, dan Handphone/Laptop
3. Sumber Belajar :
 - a. Saputri, N. S. (2021). *Fisika untuk SMA/MA XI Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam*. Surakarta: CV Mediatama
 - b. Prihamita. E., Cahyono, Y. E., & Chasanah, R. (2021). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Semester 2*. Daerah Istimewa Yogyakarta: PT Penerbit Intan Pariwara

G. Langkah-langkah Pembelajaran

- Alokasi Waktu : 2 JP (2×45 menit)
- Model Pembelajaran : *Problem Based Flipped Classroom Learning*
- Materi : Gelombang Bunyi dan Cahaya
- Sub Pokok Bahasan : Fenomena Difraksi dan Interferensi Gelombang Cahaya

PEMBELAJARAN DI LUAR KELAS				
Sintaks Model PBFC	Deskripsi Kegiatan	Kompetensi yang dikembangkan	Assesmen	Alokasi Waktu
<i>Pre-Class</i>	1. Guru mengarahkan siswa untuk menonton video yang telah diunggah pada <i>Google Classroom</i> dan mencari sumber lain yang relevan 2. Guru mengarahkan siswa untuk merangkum informasi dan pengetahuan yang diperoleh setelah menonton video tersebut 3. Siswa mengumpulkan	<p><u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu</p> <p><u>Pendekatan:</u> Mengumpulkan informasi, mengamati</p>	<p><u>Penilaian Keterampilan:</u> Pembuatan rangkuman</p> <p><u>Penilaian Pengetahuan:</u> Kuis</p>	1 hari sebelum jadwal pelajaran fisika

	rangkuman pada <i>Google Classroom</i> 4. Siswa mengerjakan kuis yang telah di upload oleh guru secara mandiri			
PEMBELAJARAN DI DALAM KELAS				
Pendahuluan	<p>1. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam</p> <p>2. Guru dan siswa berdoa</p> <p>3. Guru melakukan absensi kehadiran siswa</p> <p>Mempersiapkan siswa mengikuti pembelajaran:</p> <p>1. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan batasan materi yang akan didiskusikan</p> <p>2. Guru menanyakan apakah siswa telah menonton video dan merangkum materi yang diperoleh dari video tersebut</p> <p>3. Guru meminta siswa untuk maju ke depan membacakan rangkuman yang telah dibuat</p> <p>4. Guru menanyakan konsep dari video pembelajaran yang diperoleh</p>	<p>Karakter: Religius, rasa ingin tahu, tanggungjawab, kritis, jujur</p> <p>Pendekatan: Mengamati, mengkomunikasikan</p>	<p>Penilaian Sikap Spiritual:</p> <p>1. Berdoa</p> <p>2. Memberi salam pembuka</p> <p>3. Mengucapkan rasa syukur</p>	10 menit
Kegiatan Inti	<p>Menemukan masalah:</p> <p>1. Guru membagikan LKS, lalu siswa mencermati</p>	<p>Karakter: Rasa ingin tahu, kerjasama</p>	<p>Penilaian sikap sosial: Rasa ingin tahu</p>	5 menit

	masalah pada LKS bersama dengan kelompoknya	<u>Pendekatan:</u> Mengamati, mengumpulkan informasi		
	Mendefinisikan masalah: 1. Siswa menggunakan pengetahuan awal untuk mengidentifikasi masalah	<u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu, kerjasama, berpikir kritis <u>Pendekatan:</u> Mengasosiasi, mengkomunikasikan	<u>Penilaian sikap sosial:</u> 1. Rasa ingin tahu 2. Bekerjasama 3. Berpikir kritis	5 menit
	Mengumpulkan fakta-fakta: 1. Siswa bersama kelompoknya mengumpulkan fakta-fakta melalui sumber belajar (buku, internet, dan portal belajar lainnya) sesuai dengan panduan yang ada di LKS	<u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu, literasi, berpikir kritis, kerjasama <u>Pendekatan:</u> Mengkomunikasikan		10 menit
	Menyusun hipotesis: 1. Siswa mengajukan dugaan sementara (hipotesis) terkait dengan masalah yang ditemui	<u>Karakter:</u> Berpikir kritis, tanggungjawab, bekerjasama <u>Pendekatan:</u> Mengasosiasi, menalar, mengkonstruksi mengkomunikasikan	<u>Penilaian sikap sosial:</u> 1. Berpikir kritis 2. Bertanggung jawab 3. Bekerjasama	5 menit
	Menyelidiki: 1. Siswa bersama dengan kelompok melakukan penyelidikan terhadap fakta-fakta yang telah mereka kumpulkan dari berbagai sumber	<u>Karakter:</u> Berpikir kritis, teliti, bertanggung jawab, bekerjasama, rasa ingin tahu	<u>Penilaian sikap sosial:</u> 1. Berpikir kritis 2. Teliti 4. Bertanggung jawab	10 menit

	<p>belajar untuk memecahkan masalah sesuai dengan tuntutan LKS</p> <p>2. Guru memfasilitasi siswa dalam mengumpulkan data</p>	<p><u>Pendekatan:</u> Mengasosiasikan, mengkomunikasikan, menanya</p>	<p>5. Bekerjasama 6. Rasa ingin tahu</p> <p><u>Penilaian keterampilan:</u> Pelaksanaan</p>	
	<p>Menyempurnakan permasalahan yang telah didefinisikan:</p> <p>1. Siswa bersama dengan kelompoknya menyempurnakan kembali permasalahan yang telah dipecahkan dan disesuaikan dengan penyelidikan dan fakta-fakta yang telah diperoleh</p>	<p><u>Karakter:</u> Berpikir kritis, tanggungjawab, bekerjasama</p> <p><u>Pendekatan:</u> Mengasosiasikan, menganalisis, mengevaluasi</p>	<p><u>Penilaian sikap sosial:</u></p> <p>1. Berpikir kritis 2. Bertanggungjawab 3. Bekerjasama</p>	5 menit
	<p>Menyimpulkan alternatif-alternatif pemecahan kolaboratif:</p> <p>1. Siswa bersama dengan kelompoknya mendiskusikan data yang telah diperoleh dengan menyimpulkan alternatif-alternatif pemecahan masalah sebanyak mungkin</p>	<p><u>Karakter:</u> Berpikir kritis, tanggungjawab, kerjasama</p> <p><u>Pendekatan:</u> Mengasosiasikan, menalar, menerapkan, mengkomunikasikan</p>		10 menit
	<p>Menguji solusi permasalahan:</p> <p>1. Salah satu kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil yang diperoleh dan kelompok lain menanggapi</p>	<p><u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu, kerjasama, toleransi, berpikir kritis, tanggungjawab</p>	<p><u>Penilaian sikap sosial:</u></p> <p>1. Komunikatif 2. Berpikir kritis 3. Bekerjasama 4. Toleransi</p>	10 menit

	2. Guru memfasilitasi jalannya diskusi antar kelompok untuk membantu siswa menemukan hasil pemecahan masalah terbaik	<u>Pendekatan:</u> Menalar, memeriksa, menanya, mengkomunikasikan	5. Bertanggung jawab <u>Penilaian keterampilan:</u> 1. Presentasi hasil diskusi 2. Menyimpulkan hasil diskusi	
Penutup	<p>1. Siswa diberikan kesempatan untuk bertanya apabila terdapat materi yang kurang dimengerti</p> <p>2. Guru memberikan latihan soal kepada siswa</p> <p>3. Siswa mengerjakan latihan soal yang diberikan oleh guru secara mandiri</p> <p>4. Guru dan siswa merefleksi pembelajaran yang dilaksanakan</p> <p>5. Siswa diminta menyimpulkan pembelajaran yang telah dilaksanakan</p> <p>6. Guru dan siswa menutup proses pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam penutup</p>	<p><u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu, berpikir kritis, bertanggung-jawab, mandiri, religius</p> <p><u>Pendekatan:</u> Menanya, menalar, mengevaluasi, mengkomunikasikan</p>	<p><u>Penilaian sikap sosial:</u> 1. Komunikatif 2. Berpikir kritis 3. Rasa ingin tahu 4. Jujur</p> <p><u>Penilaian pengetahuan:</u> Latihan soal</p> <p><u>Penilaian sikap spiritual:</u> 1. Berdoa 2. Memberi salam penutup 3. Mengucapkan rasa syukur</p>	20 menit

H. Instrument Evaluasi Hasil Belajar

➤ Sikap Spiritual

No.	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Mengucapkan salam pembuka dan penutup	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Spiritual (Lampiran 1)
2.	Berdoa sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran		
3.	Menghargai ciptaan Tuhan berupa fenomena gelombang bunyi dan cahaya		

➤ Sikap Sosial

No.	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Rasa ingin tahu	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Sosial (Lampiran 2)
2.	Berpikir kritis dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi		
3.	Bekerjasama dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi		
4.	Bertanggungjawab terhadap tugas yang diberikan		
5.	Jujur dalam menjalankan tugas yang diberikan		
6.	Berhati-hati dan teliti dalam mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Toleransi atau menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain		
8.	Komunikatif dalam menyampaikan pendapat sehingga mudah dipahami dan dimengerti		

➤ Pengetahuan

- a. Teknik Penilaian : Tes tertulis
- b. Bentuk Instrumen : Soal uraian
- c. Jenis : LKS dan KUIS

No.	Indikator	Butir
1.	Menganalisis suatu permasalahan terkait fenomena difraksi cahaya	3
2.	Menilai dan memberikan solusi dari suatu permasalahan terkait interferensi gelombang cahaya	3

d. Instrumen : Lampiran 3

➤ **Keterampilan**

- a. Teknik Penilaian : Observasi
- b. Bentuk Instrumen : Lembar penilaian kinerja
- c. Aspek penilaian keterampilan pada saat diskusi

No.	Indikator	Butir Instrumen
1.	Pelaksanaan percobaan	1
2.	Menyimpulkan hasil diskusi	2
3.	Mempresentasikan hasil diskusi	3
4.	Menyerahkan hasil diskusi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	4

d. Aspek penilaian keterampilan pembuatan paper/rangkuman

No.	Indikator	Butir Instrumen
1.	Isi cakupan materi	1
2.	Bahasa penulisan	2
3.	Sistematika penulisan	3

e. Instrumen : Lampiran 4



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN SIKAP SPIRITUAL PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

Indikator :

- 1.1.1 Menunjukkan sikap kagum dan bersyukur terhadap Tuhan yang menciptakan alam semesta karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat memahami fenomena gelombang bunyi dan cahaya**

No	Nama	Kriteria Penilaian*)			Jumlah Skor	Nilai	Predikat
		1	2	3			
1							
2							
3							
4							
5							
...							
N							

Rubrik Penilaian Sikap Spiritual

No.	Kriteria Penilaian	Skor	Rubrik
1.	Memberi salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran	4	Selalu mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		3	Sering mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		2	Kadang-kadang mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		1	Tidak pernah mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
2.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran	4	Selalu berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		3	Sering berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		2	Kadang-kadang berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		1	Tidak pernah berdoa sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
3.	Mengucap rasa syukur atas karunia tuhan	4	Selalu mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		3	Sering mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		2	Kadang-kadang mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		1	Tidak pernah mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan

Keterangan:

- Jumlah skor maksimal = Jumlah pernyataan x 4
Pada lembar observasi penilaian sikap spiritual, skor maksimal = 3 x 4 = 12
- Nilai sikap = (Jumlah skor perolehan/skor maksimal) x 4
- Nilai sikap akan dikualifikasi menjadi beberapa predikat sebagai berikut:

Sangat Baik (SB)	: apabila 3,20 – 4,00 (80 – 100)
Baik (B)	: apabila 2,80 – 3,19 (70-79)
Cukup (C)	: apabila 2,40 – 2,79 (60 – 69)
Kurang (K)	: apabila skor < 2,40 (<60)

LAMPIRAN 2

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN SIKAP SOSIAL PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

Indikator :

2.1.1 Menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan tanggung jawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait informasi tentang gelombang bunyi dan cahaya.

2.1.2 Menunjukkan sikap kerjasama, toleransi, jujur, dan komunikatif dalam melaporkan hasil diskusi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya

No	Nama	Kriteria Penilaian								Jumlah Skor	Nilai	Predikat
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1												
2												
3												
4												
5												
...												
N												

Rubrik Penilaian Sikap Sosial

No.	Kriteria Penilaian	Skor	Rubrik
1.	Rasa ingin tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		2	Jarang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
2.	Berpikir Kritis	4	Selalu kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		3	Sering kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		2	Jarang kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		1	Tidak pernah kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
3.	Bekerjasama	4	Selalu bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		3	Sering bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		2	Jarang bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		1	Tidak pernah bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
4.	Bertanggung jawab	4	Selalu bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		3	Sering bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		2	Jarang bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		1	Tidak pernah bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
5.	Teliti	4	Selalu berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		3	Sering berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		2	Jarang berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		1	Tidak pernah berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
6.	Jujur	4	Selalu menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
		3	Sering menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur

		2	Jarang menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
		1	Tidak pernah menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
7.	Toleransi	4	Selalu menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		3	Sering menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		2	Jarang menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		1	Tidak pernah menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
8.	Komunikatif	4	Selalu mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		3	Sering mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		2	Jarang mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		1	Tidak pernah mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti

Keterangan :

1. Skor Maksimal : $8 \times 4 = 32$

2. $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$

3. Nilai sikap dikualifikasi menjadi predikat sebagai berikut:

SB = Sangat Baik = 80 – 100

C = Cukup = 60 – 69

B = Baik = 70 – 79

K = Kurang = <60

LAMPIRAN 3

Lembar Kerja Siswa (LKS) 03

Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi dan Cahaya
Sub Materi	: Interferensi Gelombang Cahaya
Kelas/Semester	: XI MIPA/II

Kelompok:

1. / **No Absen / Kelas**
2. / **No Absen / Kelas**
3. / **No Absen / Kelas**
4. / **No Absen / Kelas**
5. / **No Absen / Kelas**

A. Petunjuk Kerja

1. Tulislah nama kelompokmu pada lembar jawaban yang telah disediakan
2. Diskusikan permasalahan bersama kelompok dan tulis hasil diskusi sesuai lembar kerja
3. Sebelum melakukan penyelidikan, lakukanlah analisis terhadap masalah yang tercantum dalam LKS, kemudian buatlah hipotesis dan rancang percobaan terkait masalah yang diberikan
4. Paparkanlah hasil pemecahan masalah dari konsep yang digunakan untuk memecahkan masalah pada kolom yang tersedia

B. Permasalahan

Pada pagi hari matahari terbit dan sinarnya mulai masuk ke kamar Restu. Restu memperhatikan cahaya bergaris di dinding kamarnya. Garis tersebut merupakan pola yang dihasilkan cahaya yang masuk melalui celah di ventilasi udara kamar Restu. Berdasarkan kasus tersebut, bagaimanakah proses terbentuknya pola terang gelap tersebut? Sifat apakah yang terdapat pada proses ini?

C. Identifikasi Masalah

Definisikan permasalahan tersebut dengan membuat daftar pertanyaan terkait permasalahan yang disajikan!

No	Permasalahan
1.	
2.	
3.	
....	

D. Mengumpulkan fakta-fakta

No	Hipotesis
1.	
2.	
3.	
....	

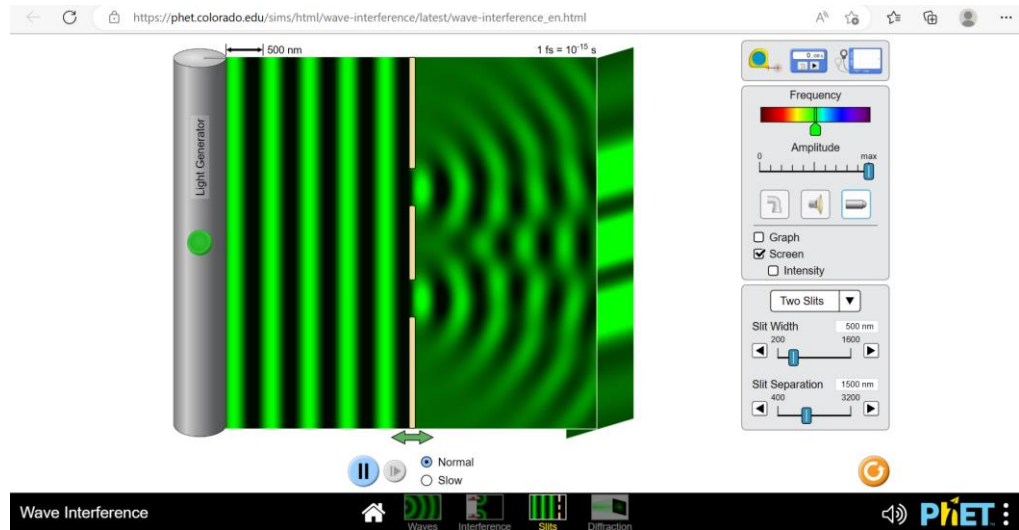
E. Merumuskan Hipotesis

F. Penyelidikan**I. Alat dan Bahan**

1. Siapkan koneksi internet, akses link berikut melalui HP atau Laptop
https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html
2. Alat tulis

II. Langkah – langkah percobaan

1. Klik link praktikum virtual yang telah disediakan
2. Susunlah percobaan seperti yang nampak pada gambar berikut:



3. Posisikan celah berada 1 m dari layar
4. Nyalakan laser dan amati pola terang yang terjadi
5. Pada gambar, catat panjang gelombang yang diketahui sebesar 500 nm
6. Atur lebar celah sebesar 550 nm, dan jarak antar celah 1550 nm
7. Hitunglah jarak antara dua pola terang menggunakan persamaan

$$d \frac{p}{l} = m\lambda$$
8. Ulangi langkah 3-6 dengan mengubah jarak celah dengan layar menjadi 1,5 m dan 2 m

III. Data Hasil Percobaan

No	L (m)	d (m)	Δy (m)	λ (m)
1	1,0			
2	1,5			
3	2,0			

G. Menyempurnakan Permasalahan

Sempurnakan permasalahan yang telah didefinisikan dengan merefleksikan melalui penyelidikan yang telah dilakukan dan perbaiki pernyataan rumusan masalah menggunakan kata yang lebih tepat!

H. Menyimpulkan alternatif-alternatif pemecahan secara kolaboratif

Diskusikan bersama kelompok masing-masing terkait dengan solusi yang tepat untuk memecahkan masalah!

.....
.....

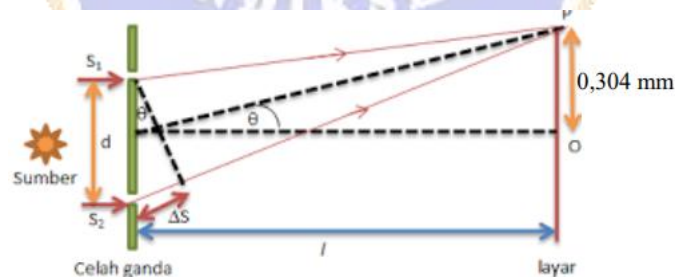
I. Menguji Solusi Permasalahan

Periksalah kembali solusi yang telah dirancang untuk pemecahan masalah, selanjutnya salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya, kemudian kelompok lain menanggapi hasil tersebut!



Latihan Soal 03

1. Wigra melakukan percobaan difraksi kisi menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 4.800 \AA . Cahaya tersebut diarahkan pada kisi yang memiliki 2.500 garis/cm . Pada layar sejauh L dari kisi menghasilkan jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sejauh y . Selanjutnya, Wigra mengarahkan cahaya pada kisi yang memiliki 3.000 garis/cm . Jarak kisi ke layar pun juga sama sejauh L . Wigra menuliskan kesimpulan bahwa jarak pita terang ketiga dengan terang pusat menjadi $\frac{1}{2}y$. Benarkah kesimpulan Wigra?
2. Suyoga dan anggota kelompoknya akan melakukan percobaan difraksi celah ganda. Adapun alat yang disiapkan adalah sebuah celah ganda, senter hp, penggaris, dan layar. Pada saat percobaan mereka mengalami kendala, yaitu sulit untuk mengamati pola gelap terang yang tampak pada layar karena terlalu menyebar (hasilnya kurang tajam). Berdasarkan permasalahan tersebut, berikan prediksi dimana letak kesalahan dari percobaan tersebut dan solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang mereka lakukan dapat diamati dengan hasil yang lebih tajam!
3. Sepi melakukan percobaan interferensi Young dengan menggunakan seberkas sinar monokromatik (sinar satu warna) yang mengenai dua celah sempit yang terpisah jarak $0,4 \text{ mm}$. Suatu pola interferensi terjadi pada layar yang berjarak 25 cm dari kedua celah. Pada pola-pola tersebut, terlihat garis gelap dan terang seperti pada gambar 4. Setelah dihitung, jarak 2 garis terang yang berurutan adalah sebesar $0,304 \text{ mm}$.



Gambar 12. Interferensi Young

Bantulah Sepi untuk menghitung panjang gelombang cahaya yang digunakan dalam percobaan tersebut!

Kunci Jawaban Latihan Soal 03

No	Uraian Pembahasan
1	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang $\lambda_1 = \lambda_2 = 4.800\text{\AA}$ $N_1 = 2.500 \text{ garis/cm}$ $N_2 = 3.000 \text{ garis/cm}$ $L_1 = L_2 = L$ $y_1 = y$ $y_2 = \frac{1}{2}y$</p> <p>Ditanya : kebenaran kesimpulan Wigra? Jawaban : Nilai panjang gelombang, jarak antara kisi dan layar, serta orde kisi bernilai sama. Oleh karena itu, kasus ini dapat dipecahkan dengan persamaan sebagai berikut.</p> $d_1 y_1 = d_2 y_2$ $\frac{1}{N_1} y_1 = \frac{1}{N_2} y_2$ $\frac{1}{(2.500)} y = \frac{1}{3.000} y_2$ $y_2 = \frac{3.000}{2.500} y$ $= \frac{6}{5} y$ $= 1,2 y$ <p>Melalui analisa tersebut, jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sebesar $1,2 y$. Jadi kesimpulan yang dibuat Wigra salah.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>Suyoga dan kelompoknya melakukan percobaan difraksi celah ganda namun, pola gelap terang yang tampak pada layar terlalu menyebar. Ditanya : Solusi yang sesuai dengan permasalahan ? Jawaban : Solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang dilakukan oleh kelompok Suyoga memperoleh hasil yang lebih tajam adalah dengan menggunakan penghalang yang memiliki lebih banyak celah dengan lebar sama dan jarak antar celah berdekatan juga sama, maka akan diperoleh pola pita-pita terang yang lebih tajam. Selain itu penggunaan senter hp dalam percobaan ini kurang tepat. Cahaya pada senter hp memiliki panjang gelombang dan frekuensi yang bermacam-macam, dalam percobaan seharusnya menggunakan sinar laser sebagai penghasil cahaya yang koheren, memiliki satu panjang gelombang yang spesifik, dan menuju arah yang sama sehingga dapat menempuh garis lurus.</p>
3	<p>Diketahui :</p> <p>$d = 0,4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$ $\Delta p = 0,304 \text{ mm} = 3,04 \times 10^{-4} \text{ m}$ $l = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ Ditanya : Hitunglah panjang gelombang cahaya datang tersebut!</p>

Jawaban :

Lokasi pita terang ke n dapat dicari dengan konsep berikut:

$$n\lambda = d \frac{p_n}{l}$$

$$p_n = \frac{n\lambda l}{d}$$

Jarak dua pita terang berturut-turut dapat dicari dengan mengambil pita ke n dan pita ke (n+1)

$$\Delta p = p_{n+1} - p_n$$

$$\Delta p = \frac{(n+1)\lambda l}{d} - \frac{n\lambda l}{d}$$

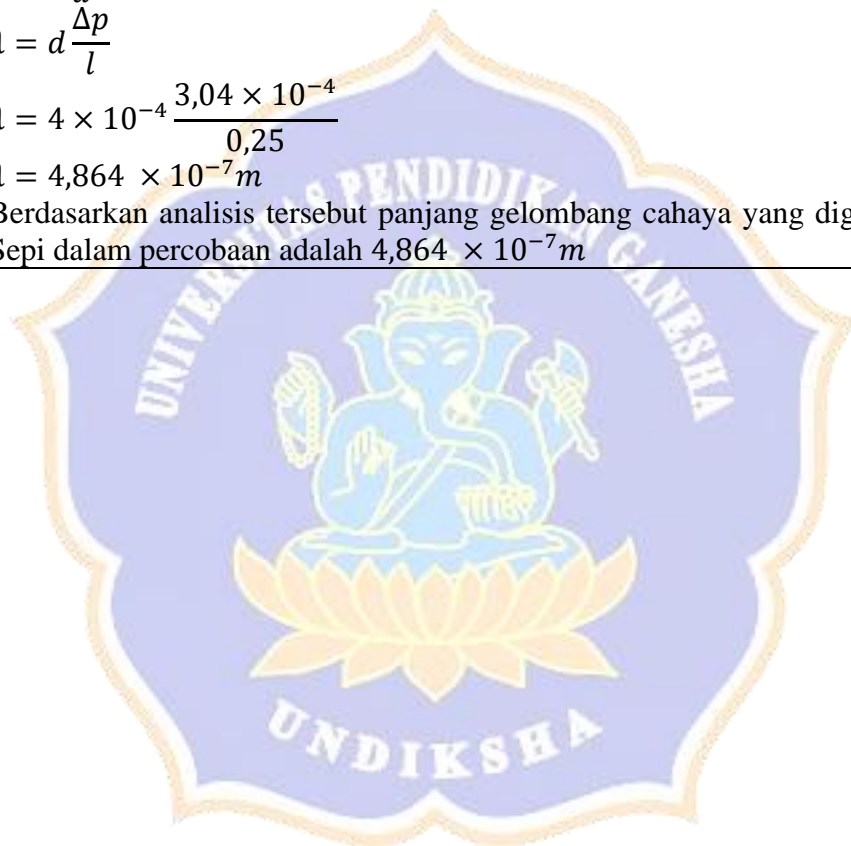
$$\Delta p = \frac{\lambda l}{d}$$

$$\lambda = d \frac{\Delta p}{l}$$

$$\lambda = 4 \times 10^{-4} \frac{3,04 \times 10^{-4}}{0,25}$$

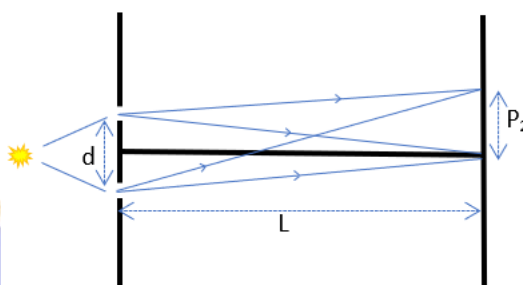
$$\lambda = 4,864 \times 10^{-7} m$$

Berdasarkan analisis tersebut panjang gelombang cahaya yang digunakan Sepi dalam percobaan adalah $4,864 \times 10^{-7} m$



KUIS 03

1. Made sedang melakukan praktikum interferensi young seperti pada gambar 1. Diketahui bahwa d merupakan jarak antara 2 celah. L merupakan jarak celah ke layar dan P merupakan jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat sebesar 16 mm. Panjang gelombang yang digunakan oleh Made pada praktikum tersebut adalah $8 \times 10^{-7} m$. Jika Made merubah jarak celah ke layar menjadi $2L$, tentukanlah jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat yang diperoleh!



Gambar 1. praktikum interferensi young

2. Jelaskanlah dua contoh fenomena inteferensi cahaya dalam kehidupan sehari-hari!
3. Rega sedang melaksanakan sebuah percobaan, ia menyinari sebuah celah tunggal dengan lebar 0,1 mm dengan dua cahaya monokromatik. Dengan layar berjarak 2 m dari celah, Rega mengamati berbagai jalur terang dan gelap hasil difraksi. Saat percobaan pertama diperoleh jarak antara garis gelap kedua dengan garis terang pusat sebesar 14 mm sedangkan saat menggunakan cahaya kedua diperoleh jarak 8 mm. Tentukanlah perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan oleh Rega pada percobaan tersebut!

Kunci Jawaban Kuis 03

No	Uraian Pembahasan
1	<p>Diketahui:</p> $d = 0,2\text{mm} = 2 \times 10^{-4}\text{m}$ $L_2 = 2L_1$ $m = 2$ $p_1 = 16\text{ mm} = 16 \times 10^{-3}\text{m}$ <p>Ditanya:</p> <p>Jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat setelah L diubah (p_2)</p> <p>Jawab:</p> <p>Konsep yang digunakan yaitu interferensi celah ganda dengan persamaan $d\sin\theta = m\lambda$.</p> <p>Karena y jauh lebih kecil dari L maka sudut θ sangat kecil ($\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{y}{L}$), sehingga:</p> $d\sin\theta = m\lambda$ $\frac{dp}{L} = m\lambda$ <p>Sebelum L diubah</p> $\frac{dp_1}{L_1} = m\lambda$ $L_1 = \frac{dp_1}{m\lambda}$ $L_1 = \frac{(2 \times 10^{-4})(16 \times 10^{-3})}{2(8 \times 10^{-7})}$ $L_1 = \frac{16 \times 10^{-7}}{8 \times 10^{-7}} = 2\text{m}$ <p>Setelah L diubah</p> $\frac{dp_2}{L_2} = m\lambda$ $p_2 = \frac{L_2 m\lambda}{d}$ $p_2 = \frac{2L_1 m\lambda}{d}$ $p_2 = \frac{2(2)(2)(8 \times 10^{-7})}{2 \times 10^{-4}}$ $p_2 = \frac{32 \times 10^{-7}}{10^{-4}} = 32 \times 10^{-3}\text{m}$ <p>Jadi, jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat setelah L diubah adalah $32 \times 10^{-3}\text{m}$.</p>
2.	<p>Gelembung sabun berbentuk bulat dan memiliki lapisan transparan tipis yang terbuat dari larutan sabun. Ketika cahaya putih jatuh pada permukaan gelembung sabun dan dipantulkan dari permukaan atas dan bawah gelembung sabun, hanya beberapa warna yang dikandung oleh cahaya putih cenderung mengalami interferensi konstruktif, sedangkan warna lainnya mengalami interferensi destruktif cahaya.</p> <p>Bercak warna yang terbentuk di jalan selama musim hujan. Bercak warna di jalan basah ini pada dasarnya terbentuk karena fenomena interferensi</p>

	<p>cahaya putih. Lapisan tipis minyak, yang diendapkan di permukaan jalan yang basah, berperan terutama atas interferensi konstruktif dan destruktif dari warna-warna yang dikandung oleh cahaya putih yang datang. Ketika cahaya dibuat untuk mengenai permukaan jalan, itu akan dipantulkan oleh permukaan atas dan bawah dari lapisan minyak. Warna-warna yang dikandung oleh cahaya yang mengalami interferensi konstruktif mudah terlihat oleh pengamat, sedangkan warna-warna yang mengalami interferensi destruktif terhalang.</p> <p>Minyak dan air memiliki sifat kimia dan fisik yang berbeda. Massa jenis minyak relatif lebih kecil daripada air. Inilah alasan mengapa kedua cairan tidak bercampur satu sama lain dan minyak cenderung mengapung di permukaan air. Ketika seberkas cahaya mengenai permukaan minyak, itu akan dipantulkan oleh permukaan atas dan bawah lapisan.</p>
3.	<p>Diketahui:</p> $d = 0,1\text{mm} = 10^{-4}\text{m}$ $L = 2\text{ m}$ $n = 2$ $y_1 = 14\text{ mm} = 14 \times 10^{-3}\text{m}$ $y_2 = 8\text{ mm} = 8 \times 10^{-3}\text{m}$ <p>Ditanya:</p> <p>Perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan oleh pada percobaan ($\lambda_1 : \lambda_2$).</p> <p>Jawab:</p> <p>Konsep yang digunakan yaitu difraksi celah tunggal dengan persamaan $d\sin\theta = n\lambda$.</p> <p>Karena y jauh lebih kecil dari L maka sudut θ sangat kecil ($\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{y}{L}$), sehingga:</p> $d\sin\theta = n\lambda$ $\frac{dy}{L} = n\lambda$ <p>Cara penyelesaian 1:</p> <p>Percobaan 1</p> $\frac{dy_1}{L} = n\lambda_1$ $\lambda_1 = \frac{dy_1}{nL}$ $\lambda_1 = \frac{10^{-4}(14 \times 10^{-3})}{2(2)}$ $\lambda_1 = \frac{14 \times 10^{-7}}{4} = 3,5 \times 10^{-7}\text{m}$ <p>Percobaan 2</p> $\frac{dy_2}{L} = n\lambda_2$ $\lambda_2 = \frac{dy_2}{nL}$ $\lambda_2 = \frac{10^{-4}(8 \times 10^{-3})}{2(2)}$

$$\lambda_2 = \frac{8 \times 10^{-7}}{4} = 2 \times 10^{-7} m$$

Perbandingan:

$$\lambda_1 : \lambda_2 = 3,5 \times 10^{-7} : 2 \times 10^{-7} = 7 : 4$$

Jadi, perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan adalah 7: 4.

Cara penyelesaian 2:

$$\frac{dy}{L} = n\lambda$$

$$\lambda = \frac{dy}{nL}$$

Perbandingan

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{dy_1}{nL}}{\frac{dy_2}{nL}}$$

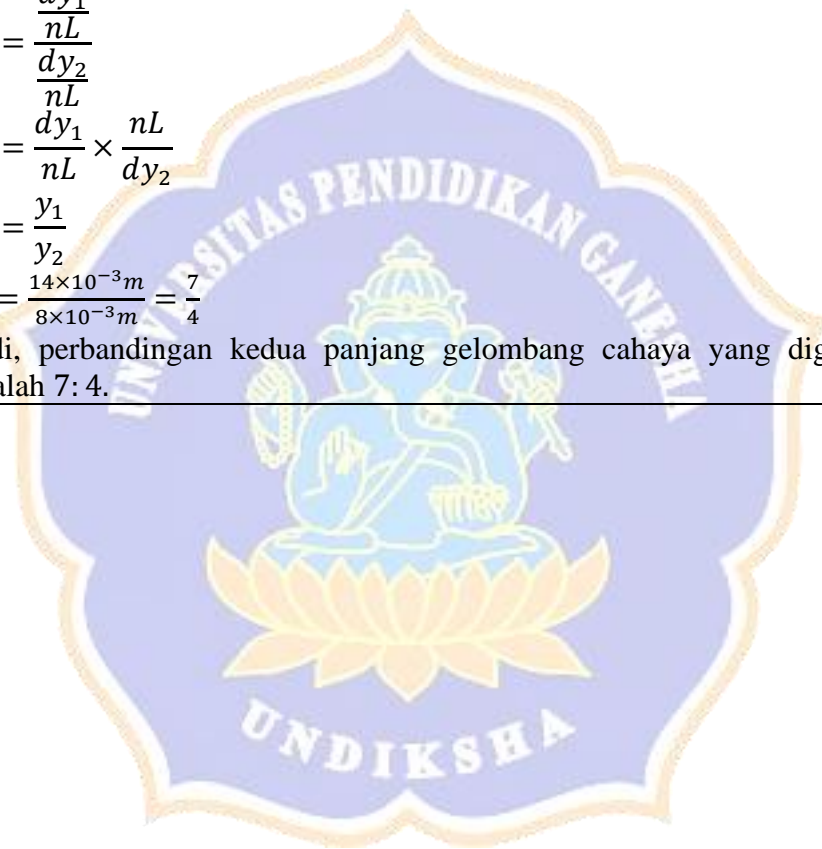
$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{dy_1}{dy_2}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{y_1}{y_2}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{y_1}{y_2}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{14 \times 10^{-3} m}{8 \times 10^{-3} m} = \frac{7}{4}$$

Jadi, perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan adalah 7: 4.



Rubrik Penilaian LKS dan KUIS untuk Soal Argumentasi

No.	Penyelesaian	Skor
1.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antar konsep dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan mendalam	4
2.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antar konsep dideskripsikan secara jelas dan logis, dan tetapi argumentasi yang disajikan kurang mendalam	3
3.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, tetapi hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam	2
4.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, tetapi konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam	1
5.	Permasalahan tidak diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, dan hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis atau tidak menjawab	0

Rubrik Penilaian LKS dan KUIS untuk Soal Hitungan (Penerapan Konsep)

No.	Penyelesaian	Skor
1.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusi angka dalam rumus secara benar, dan melakukan perhitungan dengan satuan yang benar	5
2.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusikan angka dalam rumus secara benar, namun melakukan perhitungan dengan satuan yang salah	4
3.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, dan menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar	3

4.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, dan merumuskan yang ditanyakan secara tepat	2
5.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat	1
6.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan salah atau tidak menjawab	0

Kriteria Penilaian $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$



LAMPIRAN 4

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN KETERAMPILAN PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

Indikator :

4.10.5 Merencanakan dan melakukan percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya

4.10.6 Mengkomunikasikan hasil percobaan virtual terkait fenomena interferensi gelombang cahaya

No.	Nama peserta didik	Aspek Penilaian *)				Jumlah Skor	Nilai	Huruf
		(1)	(2)	(3)	(4)			
1								
2								
3								
N								

Pedoman Skor Aspek Keterampilan

No.	Indikator	Skor	Deskripsi
1	Pelaksanaan	4	Mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		3	Mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		2	Kurang mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		1	Tidak mampu menganalisis dan mengolah bahan diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
2	Menyimpulkan hasil diskusi	4	Hasil sesuai dengan soal, didasarkan atas hasil diskusi, dan disajikan dengan singkat dan jelas
		3	Hasil sesuai dengan soal, didasarkan atas hasil diskusi, dan disajikan dengan kurang lengkap
		2	Hasil tidak sesuai dengan soal walaupun sudah didasarkan atas hasil diskusi.
		1	Kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan dan tidak didasarkan atas hasil diskusi.
3.	Presentasi hasil diskusi	4	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, mampu menjawab pertanyaan, bersikap terbuka terhadap kritik dan saran.
		3	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, mampu menjawab pertanyaan, kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
		2	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, kurang mampu menjawab pertanyaan, dan kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
		1	Menyajikan dengan kurang lugas, kurang menguasai materi, kurang mampu menjawab pertanyaan, dan kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
4.	Menyerahkan hasil diskusi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	4	Mampu menyerahkan hasil diskusi tepat waktu
		3	Menyerahkan hasil diskusi terlambat 3 menit
		2	Menyerahkan laporan hasil diskusi terlambat 5 menit
		1	Menyerahkan laporan hasil diskusi lebih dari 5 menit

Keterangan:

a. Skor Maksimal: $4 \times 4 = 16$

b.
$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

c. Nilai sikap dikualifikasi menjadi predikat sebagai berikut:

SB = Sangat Baik = 80 – 100

C = Cukup = 60 – 69

B = Baik = 70 – 79

K = Kurang = <60

**PENILAIAN KETERAMPILAN PESERTA DIDIK
PEMBUATAN PAPER**

Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI MIPA/II
Materi Pokok : Gelombang Bunyi dan Cahaya

No.	Nama peserta didik	Aspek Penilaian *)			Jumlah Skor	Nilai	Huruf
		(1)	(2)	(3)			
1							
2							
3							
N							



Rubrik Penilaian Paper

No.	Indikator	Skor	Deskripsi
1	Isi/Cakupan materi	4	Isi/cakupan materi yang disajikan dalam makalah sangat lengkap
		3	Isi/cakupan materi yang disajikan dalam makalah lengkap
		2	Isi/cakupan materi yang disajikan dalam makalah cukup lengkap
		1	Isi/cakupan materi yang disajikan dalam makalah tidak lengkap
2	Bahasa penulisan	4	Bahasa penulisan yang digunakan sangat jelas dan sesuai EYD
		3	Bahasa penulisan yang digunakan jelas dan sesuai EYD
		2	Bahasa penulisan yang digunakan cukup jelas dan tidak sesuai EYD
		1	Bahasa penulisan yang digunakan kurang jelas dan tidak sesuai EYD
3.	Presentasi hasil diskusi	4	Sistematika penulisan paper sangat jelas, tersusun, dan sesuai dengan aturan
		3	Sistematika penulisan jelas, tersusun, dan sesuai dengan aturan
		2	Sistematika penulisan cukup jelas, tersusun, dan tidak sesuai dengan aturan
		1	Sistematika penulisan paper kurang jelas, tidak tersusun, dan tidak sesuai dengan aturan

Keterangan:

a. Skor Maksimal: $4 \times 4 = 16$

b. $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$

c. Nilai sikap dikualifikasi menjadi predikat sebagai berikut:

SB = Sangat Baik = 80 – 100

C = Cukup = 60 – 69

B = Baik = 70 – 79

K = Kurang = <60

Lampiran 3.2

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
KELAS KONTROL (DI)

Nama Sekolah	: SMA NEGERI 1 Gianyar
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI MIPA/II
Tahun Pelajaran	: 2022/2023
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi dan Cahaya
Sub Materi	: Fenomena Difraksi dan Interferensi Gelombang Cahaya
Alokasi Waktu	: 2 JP (2×45 menit)
Model Pembelajaran	: <i>Direct Instruction</i>

A. Kompetensi Inti

- KI.1** : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI.2** : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI.3** : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI.4** : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.2 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya.	1.1.2 Menunjukkan sikap kagum dan bersyukur terhadap Tuhan yang menciptakan alam semesta karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat

		memahami fenomena gelombang bunyi dan cahaya
2.2 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi.	2.1.3 Menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan tanggung jawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait informasi tentang gelombang bunyi dan cahaya.	
	2.1.4 Menunjukkan sikap kerjasama, toleransi, jujur, dan komunikatif dalam melaporkan hasil diskusi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	
3.11 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	3.10.9 Menganalisis fenomena difraksi cahaya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	
	3.10.10 Menilai kasus nyata dari fenomena interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	
4.11 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	4.10.3 Mempresentasikan hasil pemecahan masalah terkait fenomena difraksi dan interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	

C. Tujuan Pembelajaran

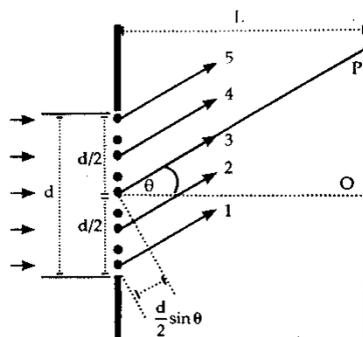
No	Tujuan Pembelajaran	Level Kognitif
1.1.2	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>direct instruction</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap kagum dan bersyukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat memahami konsep dan fenomena alam tentang gelombang bunyi dan cahaya	-
2.1.3	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>direct instruction</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan bertanggungjawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	-
2.1.4	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>direct instruction</i> peserta didik mampu menunjukkan sikap kerjasama yang baik, toleransi, jujur, dan komunikatif	-

	dalam melaporkan hasil investigasi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya	
3.10.7	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>direct instruction</i> peserta didik mampu menganalisis fenomena difraksi cahaya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	C4
3.10.8	Melalui diskusi dengan menggunakan <i>direct instruction</i> peserta didik mampu menilai kasus nyata fenomena interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	C5
4.10.3	Melalui diskusi dengan menggunakan model <i>direct instruction</i> peserta didik mampu mempresentasikan hasil diskusi pemecahan masalah terkait fenomena difraksi dan interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari	-

D. Materi Pembelajaran

Kategori	Materi Pembelajaran
Faktual	<ul style="list-style-type: none"> Cahaya yang melewati sela jari-jari saat jari dirapatkan dan diarahkan pada sumber cahaya misalnya lampu, merupakan salah satu fenomena difraksi Dalam kehidupan sehari-hari kita tentu pernah melihat warna-warna pelangi di gelombang air sabun yang terkena cahaya matahari. Hal ini menunjukkan interferensi cahaya matahari pada selaput tipis air sabun tersebut
Konseptual	<ul style="list-style-type: none"> Cahaya merupakan salah satu bentuk energi yang dapat kita lihat dan kita rasakan pengaruhnya Cahaya sebagai gelombang memiliki sifat – sifat gelombang secara umum, seperti difraksi, interferensi, dan polarisasi Cahaya adalah gelombang elektromagnetik karena dapat merambat melalui ruang hampa atau tanpa membutuhkan medium Cahaya juga merupakan gelombang transversal yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya Ada dua jenis cahaya, yaitu cahaya polikromatis dan cahaya monokromatis
Prinsip	<p>3. Difraksi Cahaya</p> <p>Difraksi merupakan peristiwa penyebaran cahaya setelah melewati celah sempit sehingga terbentuk pola gelap terang pada layar. Jika celah berukuran lebar, difraksi tidak jelas terlihat, tetapi jika celah dipersempit difraksi akan tampak jelas. Difraksi celah tunggal akan menghasilkan garis gelap terang pada layar.</p> <p>c. Difraksi Celah Tunggal</p> <p>Perhatikan Gambar 1. Sebuah celah sempit dengan lebar d disinari cahaya yang tegak lurus dengan celah. Pada jarak L dari celah, diletakkan layar sehingga akan tampak di layar garis gelap dan terang, disekitar terang pusat. Karena terletak</p>

di layar dan berjarak lintasan optik sama dari celah, maka di titik O terjadi interferensi maksimum, atau terang pusat. Sedangkan interferensi di titik P tergantung pada selisih lintasan optik yang ditempuh oleh sinar.



Gambar 13. Difraksi celah tunggal

Celah sempit tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian yang lebarnya masing-masing $d/2$. Hal itu menyebabkan sinar dari celah 1-3 akan berinterferensi di titik P dan menghasilkan garis gelap dengan selisih lintasan $\lambda/2$.

$$\frac{1}{2} d \sin \theta = \frac{1}{2} \lambda \text{ atau } d \sin \theta = \lambda$$

Jika celah dibagi menjadi empat, jadi untuk garis gelap ke-n akan terbentuk pada layar (difraksi minimum) sesuai persamaan berikut:

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

Keterangan:

d = lebar celah (m)

θ = sudut berkas sinar dengan arah tegak lurus

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

Untuk sudut θ yang sangat kecil $\sin \theta = \tan \theta$, maka diperoleh persamaan berikut:

$$\text{garis gelap, } \frac{yd}{L} = n\lambda$$

$$\text{garis terang, } \frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

d. Difraksi Celah Majemuk (Kisi)

Kisi difraksi adalah alat yang mempunyai celah yang banyak, hingga beberapa ribu celah (goresan) per millimeter. Tetapan kisi N adalah tetapan yang menyatakan banyak garis (goresan) tiap satuan panjang. Misalnya, 10.000 garis/cm, berarti $N = 10.000$ garis/cm. jarak antar celah adalah d sehingga dapat diperoleh:

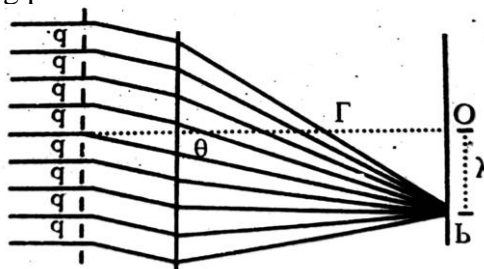
$$d = \frac{1}{N}$$

Keterangan:

d = jarak antar celah (m)

N = banyak goresan/celah

Perhatikan Gambar 2. kisi celah majemuk di samping. Sinar yang masuk melalui celah kisi akan didifraksikan dengan sudut sebesar θ . Sinar akan terkumpul di titik P yang berjarak y dari terang pusat O.



Gambar 14. Difraksi celah majemuk

Interferensi cahaya di titik P tergantung pada selisih lintasan yang ditempuh sinar yang berdekatan yaitu $d \sin \theta$.

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

Untuk garis gelap diperoleh:

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

Untuk sudut θ yang sangat kecil, diperoleh persamaan berikut:

$$\text{garis gelap, } \frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$$

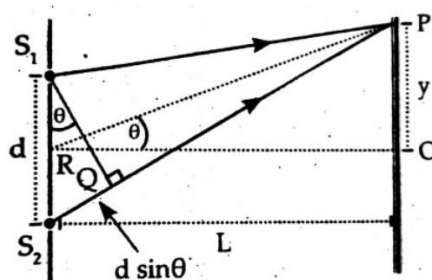
$$\text{garis terang, } \frac{yd}{L} = n\lambda$$

4. Interferensi Cahaya

Interferensi cahaya terjadi karena adanya perpaduan dua gelombang cahaya. Apabila dua gelombang tersebut memiliki amplitudo yang sama, frekuensi dan fasenya tetap atau yang disebut koheren, interferensinya dapat terlihat dengan jelas. Kedua gelombang tersebut akan saling menguatkan (konstruktif) dan dalam pengamatan akan terlihat garis yang terang. Namun, apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperlemah (bersifat destruktif) akan menghasilkan garis gelap pada pengamatan.

c. Interferensi Celah Ganda

Interferensi celah ganda juga disebut interferensi celah ganda *Young*. Interferensi ini menghasilkan garis terang dan gelap bergantian dengan jarak pisah yang seragam. Interferensi konstruktif (garis terang) terjadi jika kedua gelombang yang berinterferensi sefase. Fase sama terjadi jika benda lintasan (Δs) antara kedua gelombang sama dengan $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$ Interferensi destruktif (garis gelap) terjadi jika kedua gelombang berlawanan fase atau memiliki beda lintasan (Δs) sama dengan $\frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, \dots$ Perhatikan Gambar 3.



Gambar 15. Celah ganda Young

Dua berkas cahaya yang koheren dilewatkan melalui celah ganda sehingga terbentuk pola garis terang dan gelap di layar. Misalnya jarak antara dua celah d , jarak layar ke celah L . pada layar (titik O) terjadi garis terang pusat karena jarak kedua celah ke titik O sama sehingga terjadi interferensi maksimal. Jarak titik P ke terang pusat O akan terjadi interferensi minimum, tergantung pada selisih jarak kedua celah (S_1 dan S_2) ke titik P . Oleh karena itu, di titik P akan terjadi interferensi maksimum jika $S_2P - S_1P = d \sin \theta = n\lambda$. Coba perhatikan segitiga S_1QS_2 , dan segitiga POR ! Untuk nilai θ yang sangat kecil, berlaku:

$$\sin \theta = \tan \theta = \frac{y}{L} \rightarrow \frac{n\lambda}{d} = \frac{y}{L}$$

Dengan demikian, pada interferensi konstruktif, jarak antara garis terang ke- n dari terang pusat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{yd}{L} = n\lambda$$

Sementara itu, pada interferensi destruktif, jarak untuk garis gelap ke- n dari terang pusat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{yd}{L} = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Keterangan:

y = jarak terang ke - n dari terang pusat (m)

d = jarak kedua celah (m)

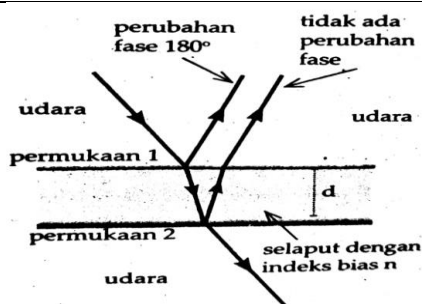
L = jarak celah ke layar (m)

λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (0, 1, 2, 3, ...)

d. Interferensi Selaput Tipis

Dalam kehidupan sehari-hari kita tentu pernah melihat warna-warna pelangi di gelombang air sabun yang terkena cahaya matahari. Hal ini menunjukkan interferensi cahaya matahari pada selaput tipis air sabun tersebut. Interferensi cahaya terjadi dari cahaya yang dipantulkan oleh lapisan permukaan atas dan bawah dari selaput tipis tersebut.



Gambar 16. Interferensi selaput tipis

Ketika sinar mengenai permukaan 1 dan 2, sinar yang dipantulkan mengalami perubahan fase setengah (berlawanan fase) sehingga sinar yang berinterferensi memiliki beda fase setengah. Terjadinya interferensi konstruktif pada lapisan tipis terjadi jika selisih lintasan kedua sinar sebagai berikut.

$$\frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$$

Secara matematis, dinyatakan sebagai berikut.

$$2nd = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Keterangan:

n = indeks bias lapisan tipis

d = tebal lapisan (m)

r = sudut bias sinar

λ = panjang gelombang (m)

m = orde interferensi ($m = 0, 1, 2, 3, \dots$)

Pada interferensi minimum, akan terjadi jika selisih lintasan optiknya $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$. Terjadinya interferensi minimum (destruktif) pada lapisan tipis dinyatakan sebagai berikut:

$$2nd = m\lambda$$

E. Pendekatan/Model/Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Scientific
2. Model pembelajaran : *Direct Instruction* (DI)
3. Metode pembelajaran : Ceramah dan Diskusi

F. Media, Alat, dan Sumber Pembelajaran

1. Media : LKS dan Powerpoint
2. Sumber Belajar :
 - a. Saputri, N. S. (2021). *Fisika untuk SMA/MA XI Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam*. Surakarta: CV Mediatama

- b. Prihamita, E., Cahyono, Y. E., & Chasanah, R. (2021). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Semester 2*. Daerah Istimewa Yogyakarta: PT Penerbit Intan Pariwara

G. Langkah-langkah Pembelajaran

- Alokasi Waktu : 2 JP (2×45 menit)
 Model Pembelajaran : *Direct Instruction*
 Materi : Gelombang Bunyi dan Cahaya
 Sub Pokok Bahasan : Sumber Bunyi, Intensitas, Taraf Intensitas Bunyi dan Penerapan Gelombang Bunyi

Sintaks Model DI	Deskripsi Kegiatan	Kompetensi yang dikembangkan	Assesmen	Alokasi Waktu
Pendahuluan	1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan doa 2. Guru melakukan presensi dan memastikan kesiapan siswa (seperti kebersihan papan tulis, kebersihan kelas, dan kerapian ruang belajar) 3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan batasan materi yang akan didiskusikan 4. Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan untuk menggali pengetahuan awal siswa	<p><u>Karakter:</u> Religius, rasa ingin tahu</p> <p><u>Pendekatan:</u> Mengamati, mengkomunikasikan</p>	<p><u>Penilaian Sikap Spiritual:</u></p> 1. Berdoa 2. Memberi salam pembuka 3. Mengucapkan rasa syukur	10 menit

	5. Guru memotivasi siswa dengan menyampaikan pentingnya mempelajari gelombang bunyi			
Kegiatan Inti	<p>Mendemonstrasikan pengetahuan atau keterampilan</p> <p>1. Guru menyampaikan dan menjelaskan materi pelajaran sesuai dengan pokok-pokok materi pelajaran terkait gelombang bunyi seperti yang terkandung dalam indikator hasil belajar.</p> <p>2. Siswa menyimak dan mendengarkan dengan seksama penjelasan dari guru</p> <p>3. Guru dan siswa melakukan kegiatan tanya jawab Guru memotivasi siswa untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran dengan menyampaikan beberapa pertanyaan</p>	<p>Karakter: Rasa ingin tahu, kritis, tanggung jawab</p> <p>Pendekatan: Mengamati, menanya, menalar, mengkomunikasikan</p>	<p>Penilaian Sikap Sosial:</p> <p>1. Rasa ingin tahu 2. Kritis 3. Komunikatif 4. Bertanggung jawab</p>	35 menit
	<p>Membimbing Pelatihan</p> <p>1. Guru memberikan LKS terkait dengan materi yang telah</p>	<p>Karakter: Rasa ingin tahu, berpikir kritis, literasi,</p>	<p>Penilaian sikap sosial:</p> <p>1. Rasa ingin tahu 2. Kritis</p>	20 menit

	<p>dijelaskan dan didemonstrasikan secara bertahap</p> <p>2. Siswa mencari data untuk menjawab pertanyaan pada LKS dengan membaca berbagai sumber/literatur yang tersedia secara mandiri</p> <p>3. Siswa bertanya kepada guru apabila terdapat hal-hal yang belum dipahami</p> <p>Guru menjelaskan kembali hal-hal yang dianggap sulit dan belum dipahami</p>	<p>bertanggung jawab, jujur</p> <p><u>Pendekatan:</u> Menanya, menalar, menganalisis, mengkomunikasikan</p>	<p>3. Teliti 4. Jujur 5. Bertanggung jawab</p> <p><u>Penilaian pengetahuan:</u> Pengerjaan LKS</p>	
	<p><u>Mengecek Pemahaman dan Memberikan Umpan Balik</u></p> <p>1. Guru mengecek jawaban siswa pada LKS</p> <p>2. Guru dan siswa melakukan diskusi untuk membahas LKS</p> <p>3. Guru memberikan masukan berupa komentar terhadap pekerjaan siswa</p> <p>4. Guru menyimpulkan materi pelajaran</p> <p>5. Siswa mencermati dan mencatat kesimpulan materi yang disampaikan</p>	<p><u>Karakter:</u> Rasa ingin tahu, kerjasama, berpikir kritis, bertanggung jawab</p> <p><u>Pendekatan:</u> Mengamati, mengkomunikasikan, mengevaluasi</p>	<p><u>Penilaian sikap sosial:</u></p> <p>1. Rasa ingin tahu 2. Bekerjasama 3. Berpikir kritis 4. Bertanggung jawab</p> <p><u>Penilaian keterampilan:</u></p> <p>1. Presentasi hasil diskusi atau LKS</p>	10 menit

	<p>Memberi Kesempatan untuk Pelatihan Lanjutan dan Penerapan</p> <p>1. Guru mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan dengan perhatian khusus pada penerapan kepada situasi lebih kompleks dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>2. Guru memberikan tugas rumah untuk mengasah kemampuan siswa pada situasi yang lebih kompleks dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>Karakter: Rasa ingin tahu, berpikir kritis, mandiri</p> <p>Pendekatan: Mengkomunikasikan, menganalisis</p>	<p>Penilaian sikap sosial:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rasa ingin tahu 2. Berpikir kritis 3. Mandiri 4. Komunikatif <p>Penilaian pengetahuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan tugas rumah 	10 menit
Penutup	<p>1. Guru dan siswa merefleksi pembelajaran yang dilaksanakan</p> <p>2. Siswa diminta untuk menyimpulkan pembelajaran yang dilaksanakan</p> <p>3. Guru memberikan informasi terkait materi yang akan dibahas di pertemuan selanjutnya</p> <p>4. Guru dan siswa bersama-sama menutup pelajaran</p>	<p>Karakter: Berpikir kritis, bertanggung jawab, religius</p> <p>Pendekatan: Menanya, menalar, mengevaluasi, mengkomunikasikan</p>	<p>Penilaian sikap sosial:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Komunikatif 2. Berpikir kritis 3. Jujur 4. Bertanggung jawab <p>Penilaian sikap spiritual:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berdoa 2. Memberi salam penutup 	5 menit

	dengan berdoa dan mengucapkan salam penutup		3. Mengucapkan an rasa syukur	
--	---	--	-------------------------------	--

H. Instrument Evaluasi Hasil Belajar

➤ Sikap Spiritual

No.	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Mengucapkan salam pembuka dan penutup	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Spiritual (Lampiran 1)
2.	Berdoa sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran		
3.	Menghargai ciptaan Tuhan berupa fenomena gelombang bunyi dan cahaya		

➤ Sikap Sosial

No.	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Rasa ingin tahu	Observasi	Lembar Pengamatan Sikap Sosial (Lampiran 2)
2.	Berpikir kritis dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi		
3.	Bekerjasama dalam mengeksplorasi dan mengasosiasi informasi		
4.	Bertanggungjawab terhadap tugas yang diberikan		
5.	Jujur dalam menjalankan tugas yang diberikan		
6.	Berhati-hati dan teliti dalam mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Toleransi atau menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain		
8.	Komunikatif dalam menyampaikan pendapat sehingga mudah dipahami dan dimengerti		

➤ **Pengetahuan**

- a. Teknik Penilaian : Tes tertulis
 b. Bentuk Instrumen : Soal uraian
 c. Jenis : LKS dan Tugas Rumah

No.	Indikator	Butir
1.	Menganalisis suatu permasalahan terkait fenomena difraksi cahaya	3
2.	Menilai dan memberikan solusi dari suatu permasalahan terkait interferensi gelombang cahaya	3

- d. Instrumen : Lampiran 3

➤ **Keterampilan**

- a. Teknik Penilaian : Observasi
 b. Bentuk Instrumen : Lembar penilaian kinerja
 c. Aspek penilaian keterampilan pada saat diskusi

No.	Indikator	Butir Instrumen
1.	Pelaksanaan	1
2.	Menyimpulkan hasil diskusi	2
3.	Mempresentasikan hasil diskusi	3
4.	Menyerahkan hasil diskusi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	4



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN SIKAP SPIRITUAL PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

Indikator :

1.1.2 Menunjukkan sikap kagum dan bersyukur terhadap Tuhan yang menciptakan alam semesta karena telah menciptakan akal pikiran pada manusia sehingga dapat memahami fenomena gelombang bunyi dan cahaya

No	Nama	Kriteria Penilaian*)			Jumlah Skor	Nilai	Predikat
		1	2	3			
1							
2							
3							
4							
5							
...							
N							

Rubrik Penilaian Sikap Spiritual

No.	Kriteria Penilaian	Skor	Rubrik
1.	Memberi salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran	4	Selalu mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		3	Sering mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		2	Kadang-kadang mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran dengan baik dan benar
		1	Tidak pernah mengucapkan salam sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
2.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan kegiatan pembelajaran	4	Selalu berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		3	Sering berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		2	Kadang-kadang berdoa dengan sungguh-sungguh sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
		1	Tidak pernah berdoa sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran
3.	Mengucap rasa syukur atas karunia tuhan	4	Selalu mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		3	Sering mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		2	Kadang-kadang mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dengan baik dan benar
		1	Tidak pernah mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan

Keterangan:

- Jumlah skor maksimal = Jumlah pernyataan x 4
Pada lembar observasi penilaian sikap spiritual, skor maksimal = 3 x 4 = 12
- Nilai sikap = (Jumlah skor perolehan/skor maksimal) x 4
- Nilai sikap akan dikualifikasi menjadi beberapa predikat sebagai berikut:

Sangat Baik (SB)	: apabila 3,20 – 4,00 (80 – 100)
Baik (B)	: apabila 2,80 – 3,19 (70-79)
Cukup (C)	: apabila 2,40 – 2,79 (60 – 69)
Kurang (K)	: apabila skor < 2,40 (<60)

LAMPIRAN 2

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN SIKAP SOSIAL PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

Indikator :

2.1.3 Menunjukkan sikap rasa ingin tahu, kritis, teliti, dan tanggung jawab dalam melakukan diskusi dan investigasi kelompok terkait informasi tentang gelombang bunyi dan cahaya.

2.1.4 Menunjukkan sikap kerjasama, toleransi, jujur, dan komunikatif dalam melaporkan hasil diskusi kelompok terkait gelombang bunyi dan cahaya

No	Nama	Kriteria Penilaian								Jumlah Skor	Nilai	Predikat
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1												
2												
3												
4												
5												
...												
N												

Rubrik Penilaian Sikap Sosial

No.	Kriteria Penilaian	Skor	Rubrik
1.	Rasa ingin tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		2	Jarang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
		1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
2.	Berpikir Kritis	4	Selalu kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		3	Sering kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		2	Jarang kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
		1	Tidak pernah kritis dalam mengasosiasi/menganalisis data dan menanggapi pertanyaan/permasalahan
3.	Bekerjasama	4	Selalu bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		3	Sering bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		2	Jarang bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
		1	Tidak pernah bekerjasama dengan baik antar teman kelompok
4.	Bertanggung jawab	4	Selalu bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		3	Sering bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		2	Jarang bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
		1	Tidak pernah bertanggung jawab atas tugas yang diberikan
5.	Teliti	4	Selalu berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		3	Sering berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		2	Jarang berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
		1	Tidak pernah berhati-hati dan teliti dalam melakukan pengamatan terhadap masalah dan pengerjaan tugas
6.	Jujur	4	Selalu menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
		3	Sering menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur

		2	Jarang menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
		1	Tidak pernah menyajikan/mengasosiasi/menyimpulkan data/informasi dengan jujur
7.	Toleransi	4	Selalu menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		3	Sering menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		2	Jarang menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
		1	Tidak pernah menerima dengan baik perbedaan pendapat dengan orang lain
8.	Komunikatif	4	Selalu mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		3	Sering mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		2	Jarang mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti
		1	Tidak pernah mengkomunikasikan pendapat dengan baik sehingga mudah dipahami dan dimengerti

Keterangan :

1. Skor Maksimal : $8 \times 4 = 32$

2. $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$

3. Nilai sikap dikualifikasi menjadi predikat sebagai berikut:

SB = Sangat Baik = 80 – 100

C = Cukup = 60 – 69

B = Baik = 70 – 79

K = Kurang = <60

LAMPIRAN 3

Lembar Kerja Siswa (LKS) 03

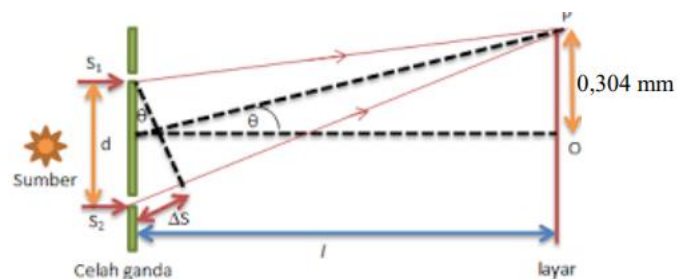
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi dan Cahaya
Sub Materi	: Fenomena Difraksi dan Interferensi Gelombang Cahaya
Kelas/Semester	: XI MIPA/II

Kelompok:

1. / No Absen / Kelas
2. / No Absen / Kelas
3. / No Absen / Kelas
4. / No Absen / Kelas
5. / No Absen / Kelas

1. Wigra melakukan percobaan difraksi kisi menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 4.800 \AA . Cahaya tersebut diarahkan pada kisi yang memiliki 2.500 garis/cm . Pada layar sejauh L dari kisi menghasilkan jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sejauh y . Selanjutnya, Wigra mengarahkan cahaya pada kisi yang memiliki 3.000 garis/cm . Jarak kisi ke layar pun juga sama sejauh L . Wigra menuliskan kesimpulan bahwa jarak pita terang ketiga dengan terang pusat menjadi $\frac{1}{2}y$. Benarkah kesimpulan Wigra?
2. Suyoga dan anggota kelompoknya akan melakukan percobaan difraksi celah ganda. Adapun alat yang disiapkan adalah sebuah celah ganda, senter hp, penggaris, dan layar. Pada saat percobaan mereka mengalami kendala, yaitu sulit untuk mengamati pola gelap terang yang tampak pada layar karena terlalu menyebar (hasilnya kurang tajam). Berdasarkan permasalahan tersebut, berikan prediksi dimana letak kesalahan dari percobaan tersebut dan solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang mereka lakukan dapat diamati dengan hasil yang lebih tajam!
3. Sepi melakukan percobaan interferensi Young dengan menggunakan seberkas sinar monokromatik (sinar satu warna) yang mengenai dua celah sempit yang

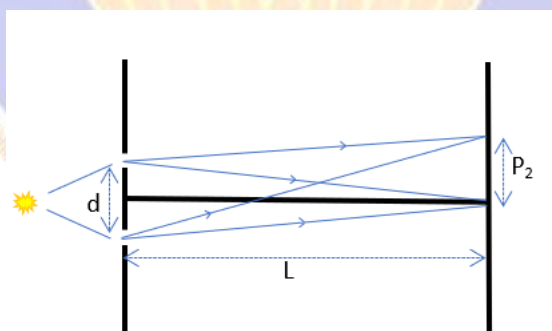
terpisah jarak 0,4 mm. Suatu pola interferensi terjadi pada layar yang berjarak 25 cm dari kedua celah. Pada pola-pola tersebut, terlihat garis gelap dan terang seperti pada gambar 4. Setelah dihitung, jarak 2 garis terang yang berurutan adalah sebesar 0,304 mm.



Gambar 17. Interferensi Young

Bantulah Sepi untuk menghitung panjang gelombang cahaya yang digunakan dalam percobaan tersebut!

4. Made sedang melakukan praktikum interferensi young seperti pada gambar 1. Diketahui bahwa d merupakan jarak antara 2 celah. L merupakan jarak celah ke layar dan P merupakan jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat sebesar 16 mm. Panjang gelombang yang digunakan oleh Made pada praktikum tersebut adalah $8 \times 10^{-7} m$. Jika Made merubah jarak celah ke layar menjadi $2L$, tentukanlah jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat yang diperoleh!



Gambar 1. praktikum interferensi young

Kunci Jawaban LKS 03

No	Uraian Pembahasan
1	<p>Diketahui :</p> <p>Panjang gelombang $\lambda_1 = \lambda_2 = 4.800\text{\AA}$ $N_1 = 2.500 \text{ garis/cm}$ $N_2 = 3.000 \text{ garis/cm}$ $L_1 = L_2 = L$ $y_1 = y$ $y_2 = \frac{1}{2}y$</p> <p>Ditanya : kebenaran kesimpulan Wigra? Jawaban : Nilai panjang gelombang, jarak antara kisi dan layar, serta orde kisi bernilai sama. Oleh karena itu, kasus ini dapat dipecahkan dengan persamaan sebagai berikut.</p> $d_1 y_1 = d_2 y_2$ $\frac{1}{N_1} y_1 = \frac{1}{N_2} y_2$ $\frac{1}{(2.500)} y = \frac{1}{3.000} y_2$ $y_2 = \frac{3.000}{2.500} y$ $= \frac{6}{5} y$ $= 1,2 y$ <p>Melalui analisa tersebut, jarak pita terang ketiga dengan terang pusat sebesar $1,2 y$. Jadi kesimpulan yang dibuat Wigra salah.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>Suyoga dan kelompoknya melakukan percobaan difraksi celah ganda namun, pola gelap terang yang tampak pada layar terlalu menyebar. Ditanya : Solusi yang sesuai dengan permasalahan ? Jawaban : Solusi yang tepat agar percobaan difraksi yang dilakukan oleh kelompok Suyoga memperoleh hasil yang lebih tajam adalah dengan menggunakan penghalang yang memiliki lebih banyak celah dengan lebar sama dan jarak antar celah berdekatan juga sama, maka akan diperoleh pola pita-pita terang yang lebih tajam. Selain itu penggunaan senter hp dalam percobaan ini kurang tepat. Cahaya pada senter hp memiliki panjang gelombang dan frekuensi yang bermacam-macam, dalam percobaan seharusnya menggunakan sinar laser sebagai penghasil cahaya yang koheren, memiliki satu panjang gelombang yang spesifik, dan menuju arah yang sama sehingga dapat menempuh garis lurus.</p>
3.	<p>Diketahui :</p> $d = 0,4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$ $\Delta p = 0,304 \text{ mm} = 3,04 \times 10^{-4} \text{ m}$ $l = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$

	<p>Ditanya : Hitunglah panjang gelombang cahaya datang tersebut!</p> <p>Jawaban :</p> <p>Lokasi pita terang ke n dapat dicari dengan konsep berikut:</p> $n\lambda = d \frac{p_n}{l}$ $p_n = \frac{n\lambda l}{d}$ <p>Jarak dua pita terang berturut-turut dapat dicari dengan mengambil pita ke n dan pita ke (n+1)</p> $\Delta p = p_{n+1} - p_n$ $\Delta p = \frac{(n+1)\lambda l}{d} - \frac{n\lambda l}{d}$ $\Delta p = \frac{\lambda l}{d}$ $\lambda = d \frac{\Delta p}{l}$ $\lambda = 4 \times 10^{-4} \frac{3,04 \times 10^{-4}}{0,25}$ $\lambda = 4,864 \times 10^{-7} m$ <p>Berdasarkan analisis tersebut panjang gelombang cahaya yang digunakan Sepi dalam percobaan adalah $4,864 \times 10^{-7} m$</p>
4	<p>Diketahui:</p> $d = 0,2mm = 2 \times 10^{-4} m$ $L_2 = 2L_1$ $m = 2$ $p_1 = 16 mm = 16 \times 10^{-3} m$ <p>Ditanya:</p> <p>Jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat setelah L diubah (p_2)</p> <p>Jawab:</p> <p>Konsep yang digunakan yaitu interferensi celah ganda dengan persamaan $d \sin \theta = m\lambda$.</p> <p>Karena y jauh lebih kecil dari L maka sudut θ sangat kecil ($\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{L}$), sehingga:</p> $d \sin \theta = m\lambda$ $\frac{dp}{L} = m\lambda$ <p>Sebelum L diubah</p> $\frac{dp_1}{L_1} = m\lambda$ $L_1 = \frac{dp_1}{m\lambda}$ $L_1 = \frac{(2 \times 10^{-4})(16 \times 10^{-3})}{2(8 \times 10^{-7})}$ $L_1 = \frac{16 \times 10^{-7}}{8 \times 10^{-7}} = 2m$ <p>Setelah L diubah</p>

$$\frac{dp_2}{L_2} = m\lambda$$

$$p_2 = \frac{L_2 m\lambda}{d}$$

$$p_2 = \frac{2L_1 m\lambda}{d}$$

$$p_2 = \frac{2(2)(2)(8 \times 10^{-7})}{2 \times 10^{-4}}$$

$$p_2 = \frac{32 \times 10^{-7}}{10^{-4}} = 32 \times 10^{-3} m$$

Jadi, jarak dari garis terang ke-2 hingga terang pusat setelah L diubah adalah $32 \times 10^{-3} m$.



Tugas Rumah 03

1. Rega sedang melaksanakan sebuah percobaan, ia menyinari sebuah celah tunggal dengan lebar 0,1 mm dengan dua cahaya monokromatik. Dengan layar berjarak 2 m dari celah, Rega mengamati berbagai jalur terang dan gelap hasil difraksi. Saat percobaan pertama diperoleh jarak antara garis gelap kedua dengan garis terang pusat sebesar 14 mm sedangkan saat menggunakan cahaya kedua diperoleh jarak 8 mm. Tentukanlah perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan oleh Rega pada percobaan tersebut!
2. Devi melihat suatu lapisan tipis bensin ($n = 1,50$) mengapung di atas permukaan kaca ($n = 1,40$). Sinar matahari jatuh hampir tegak lurus pada lapisan tipis tersebut dan kemudian memantul ke arah mata Devi. Saat diamati oleh Devi lapisan tipis tersebut tampak berwarna kuning. Ini karena interferensi destruktif pada lapisan menghilangkan warna biru (λ biru di udara = 468 nm) dari cahaya yang dipantulkan ke mata Devi. Berdasarkan fenomena tersebut, tentukanlah ketebalan minimum t dari lapisan tipis tersebut!



Kunci Jawaban Tugas Rumah 03

No	Uraian Pembahasan
1.	<p>Diketahui:</p> $d = 0,1\text{mm} = 10^{-4}\text{m}$ $L = 2\text{ m}$ $n = 2$ $y_1 = 14\text{ mm} = 14 \times 10^{-3}\text{m}$ $y_2 = 8\text{ mm} = 8 \times 10^{-3}\text{m}$ <p>Ditanya:</p> <p>Perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan oleh pada percobaan ($\lambda_1 : \lambda_2$).</p> <p>Jawab:</p> <p>Konsep yang digunakan yaitu difraksi celah tunggal dengan persamaan $d\sin\theta = n\lambda$.</p> <p>Karena y jauh lebih kecil dari L maka sudut θ sangat kecil ($\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{y}{L}$), sehingga:</p> $d\sin\theta = n\lambda$ $\frac{dy}{L} = n\lambda$ <p>Cara penyelesaian 1:</p> <p>Percobaan 1</p> $\frac{dy_1}{L} = n\lambda_1$ $\lambda_1 = \frac{dy_1}{nL}$ $\lambda_1 = \frac{10^{-4}(14 \times 10^{-3})}{2(2)}$ $\lambda_1 = \frac{14 \times 10^{-7}}{4} = 3,5 \times 10^{-7}\text{m}$ <p>Percobaan 2</p> $\frac{dy_2}{L} = n\lambda_2$ $\lambda_2 = \frac{dy_2}{nL}$ $\lambda_2 = \frac{10^{-4}(8 \times 10^{-3})}{2(2)}$ $\lambda_2 = \frac{8 \times 10^{-7}}{4} = 2 \times 10^{-7}\text{m}$ <p>Perbandingan:</p> $\lambda_1 : \lambda_2 = 3,5 \times 10^{-7} : 2 \times 10^{-7} = 7 : 4$ <p>Jadi, perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan adalah 7: 4.</p> <p>Cara penyelesaian 2:</p> $\frac{dy}{L} = n\lambda$

	$\lambda = \frac{dy}{nL}$ <p>Perbandingan</p> $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{dy_1}{nL}}{\frac{dy_2}{nL}}$ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{dy_1}{nL} \times \frac{nL}{dy_2}$ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{y_1}{y_2}$ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{14 \times 10^{-3} \text{ m}}{8 \times 10^{-3} \text{ m}} = \frac{7}{4}$ <p>Jadi, perbandingan kedua panjang gelombang cahaya yang digunakan adalah 7: 4.</p>
2.	<p>Diketahui :</p> <p>n bensin (n_b) = 1,50 n kaca (n_k) = 1,40 λ biru = 468 nm</p> <p>Ditanya : Ketebalan minimum t dari lapisan tipis? Jawaban :</p> <p>Syarat cahaya biru mengalami interferensi destruktif pada lapisan tipis adalah</p> $2nt = m\lambda ; m = 0, 1, 2, \dots$ $t = \frac{m\lambda}{2n}$ <p>Untuk t minimum dengan $t \neq 0$, diperoleh dengan mengambil bilangan bulat $m = 1$</p> $t = \frac{m\lambda}{2n_b}$ $t = \frac{1(468)}{2(1,50)} = 156 \text{ nm}$ <p>Berdasarkan analisis tersebut ketebalan minimum lapisan tipis tersebut sebesar 156 nm</p>

Rubrik Penilaian LKS dan Tugas Rumah Untuk Soal Argumentasi

No.	Penyelesaian	Skor
1.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antar konsep dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan mendalam	4
2.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, hubungan antar konsep dideskripsikan secara jelas dan logis, dan tetapi argumentasi yang disajikan kurang mendalam	3
3.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tepat, tetapi hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam	2
4.	Permasalahan diidentifikasi secara tepat, tetapi konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis, dan argumentasi yang disajikan kurang mendalam	1
5.	Permasalahan tidak diidentifikasi secara tepat, konsep yang dipilih untuk memecahkan masalah tidak tepat, dan hubungan antar konsep tidak dideskripsikan secara jelas dan logis atau tidak menjawab	0

Rubrik Penilaian LKS dan Tugas Rumah untuk Soal Penerapan Konsep

No.	Penyelesaian	Skor
1.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusi angka dalam rumus secara benar, dan melakukan perhitungan dengan satuan yang benar	5
2.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar, mensubstitusikan angka dalam rumus secara benar, namun melakukan perhitungan dengan satuan yang salah	4
3.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, merumuskan yang ditanyakan secara tepat, dan menuliskan rumus yang berkaitan dengan konsep secara benar	3

4.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat, dan merumuskan yang ditanyakan secara tepat	2
5.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan secara tepat	1
6.	Merumuskan yang diketahui dalam perhitungan salah atau tidak menjawab	0

Kriteria Penilaian $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$



LAMPIRAN 4

LEMBAR OBSERVASI
PENILAIAN KETERAMPILAN PESERTA DIDIK

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI MIPA/II

4.10.3 Mempresentasikan hasil pemecahan masalah terkait fenomena difraksi dan interferensi gelombang cahaya dalam kehidupan sehari-hari

No.	Nama peserta didik	Aspek Penilaian *)				Jumlah Skor	Nilai	Huruf
		(1)	(2)	(3)	(4)			
1								
2								
3								
N								



Pedoman Skor Aspek Keterampilan

No.	Indikator	Skor	Deskripsi
1	Pelaksanaan	4	Mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		3	Mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		2	Kurang mampu menyelesaikan soal diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
		1	Tidak mampu menganalisis dan mengolah bahan diskusi sesuai dengan permasalahan yang disajikan.
2	Menyimpulkan hasil diskusi	4	Hasil sesuai dengan soal, didasarkan atas hasil diskusi, dan disajikan dengan singkat dan jelas
		3	Hasil sesuai dengan soal, didasarkan atas hasil diskusi, dan disajikan dengan kurang lengkap
		2	Hasil tidak sesuai dengan soal walaupun sudah didasarkan atas hasil diskusi.
		1	Kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan dan tidak didasarkan atas hasil diskusi.
3.	Presentasi hasil diskusi	4	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, mampu menjawab pertanyaan, bersikap terbuka terhadap kritik dan saran.
		3	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, mampu menjawab pertanyaan, kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
		2	Menyajikan dengan lugas, menguasai materi, kurang mampu menjawab pertanyaan, dan kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
		1	Menyajikan dengan kurang lugas, kurang menguasai materi, kurang mampu menjawab pertanyaan, dan kurang bersikap terbuka terhadap kritik dan saran
4.	Menyerahkan hasil diskusi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	4	Mampu menyerahkan hasil diskusi tepat waktu
		3	Menyerahkan hasil diskusi terlambat 3 menit
		2	Menyerahkan laporan hasil diskusi terlambat 5 menit
		1	Menyerahkan laporan hasil diskusi lebih dari 5 menit

Keterangan:

1. Skor Maksimal: $4 \times 4 = 16$

2. $Nilai = \frac{Jumlah\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100$

3. Nilai sikap dikualifikasi menjadi predikat sebagai berikut:

SB = Sangat Baik = 80 – 100

C = Cukup = 60 – 69

B = Baik = 70 – 79

K = Kurang = <60



LAMPIRAN IV

DATA PENELITIAN DAN ANALISIS STATISTIK

4.1 Rekapitulasi Data Hasil *Pretest* Siswa

4.2 Rekapitulasi Data Hasil *Posttest* Siswa

4.3 Analisis Normalitas Data

4.4 Analisis Homogenitas Data

4.5 Analisis Homogenitas Populasi

4.6 Analisis Linearitas

4.7 Analisis ANACOVA

4.8 Analisis LSD

Lampiran 4.1

REKAPITULASI DATA HASIL *PRETEST* SISWA

A. Data Hasil *Pretest* Kemampuan HOTS Fisika Siswa Kelompok Eksperimen (XI MIPA 8)

No	Nama	Butir Soal							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Desak Putu Vanina Prameswari Dewi	3	0	4	2	0	3	0	2
2.	Dewa Bagus Mahesa Irwadi	1	2	0	3	0	1	2	0
3.	Dewa Gede Bagus Wibhisana	3	0	1	2	0	0	0	0
4.	I Dewa Gede Adi Kumara Sumantika	3	0	0	4	0	3	0	3
5.	I Kadek Surya Praditya	3	0	3	2	0	0	0	0
6.	I Made Agus Mertha Yasa	3	2	0	3	0	0	3	0
7.	I Made Andhika Gitra Nugraha	3	3	0	2	0	3	1	0
8.	I Made Gede Dana Arjana	3	0	2	2	0	2	0	3
9.	I Nyoman Tegus Pranantya	2	0	3	2	0	0	0	0
10.	I Putu Adhi Suryanata	3	0	2	2	0	0	0	3
11.	I Putu Aditya Prayoga Putra	3	2	0	3	0	0	0	0
12.	I Putu Arya Kusuma Agung	3	0	2	3	0	3	0	1
13.	I Putu Gujgeg Budiman	2	0	3	1	0	0	0	2
14.	I Putu Prastika Yuda	2	0	3	1	0	0	0	3
15.	Ida Ayu Ari Swandewi	3	0	2	2	0	3	0	1
16.	Ida Ayu Nandi Pusparini	3	0	2	2	0	3	0	3
17.	Ida Bagus Parasara Manuaba	3	0	3	1	0	2	0	1
18.	Kadek Dwi Darma Cahyani	3	0	3	3	0	3	0	2
19.	Luh Dwi Moneta Pinatih	2	0	1	3	0	0	0	0
20.	Made Masyita Kiarra Kesha	3	0	2	4	0	3	0	2
21.	Ni Kadek Arma Lidya Putri	3	0	3	3	0	4	0	2
22.	Ni Kadek Cahyani	3	0	3	2	0	4	0	2
23.	Ni Kadek Gita Mahesa Rani	2	0	3	3	0	3	0	2
24.	Ni Kadek Mutiara Elmidia Anggitasari	3	0	1	2	0	3	0	0
25.	Ni Kadek Wulan Cintya Dewi	3	0	1	2	0	3	0	1
26.	Ni Komang Saras Pradewi	3	0	2	4	0	3	0	2
27.	Ni Putu Diah Maharani	4	3	3	3	0	2	0	0
28.	Ni Putu Intan Almajani Anggitasari	2	1	2	3	0	3	0	0
29.	Ni Putu Ira Diantari	3	0	2	2	0	2	0	3
30.	Ni Putu Meisya Ari Kelani	2	0	2	2	0	3	0	0
31.	Ni Wayan Paristya Ambalika	4	2	3	3	0	0	0	0
32.	Pande Ketut Wira Sedana Prasuta	3	0	1	3	0	2	0	0
33.	Pande Made Dendi Sanggrapiana	2	0	2	2	0	0	0	2
34.	Pande Nyoman Andre Darma Saputra	3	1	1	2	0	3	0	0
35.	Putu Adyatma Jaya Dipa	2	0	2	2	0	3	0	3
36.	Putu Desya Suanjani Putri	4	2	0	1	0	3	0	0
37.	Putu Eka Sri Patni	2	0	1	3	0	2	0	3
38.	Putu Kayana Eka Apsari	2	0	3	2	0	3	0	2

No	Nama	Butir Soal		Total	
		9	10	Skor	Nilai
1.	Desak Putu Vanina Prameswari Dewi	0	2	16	32
2.	Dewa Bagus Mahesa Irwadi	0	0	9	18
3.	Dewa Gede Bagus Wibhisana	0	0	6	12
4.	I Dewa Gede Adi Kumara Sumantika	0	0	13	26
5.	I Kadek Surya Praditya	0	3	11	22
6.	I Made Agus Mertha Yasa	0	0	11	22
7.	I Made Andhika Gitra Nugraha	0	0	12	24
8.	I Made Gede Dana Arjana	0	2	14	28
9.	I Nyoman Tegus Pranantya	0	3	10	20
10.	I Putu Adhi Suryanata	0	2	12	24
11.	I Putu Aditya Prayoga Putra	0	0	8	16
12.	I Putu Arya Kusuma Agung	0	3	15	30
13.	I Putu Gujgeg Budiman	0	3	11	22
14.	I Putu Prastika Yuda	0	2	11	22
15.	Ida Ayu Ari Swandewi	0	2	13	26
16.	Ida Ayu Nandi Pusparini	0	1	14	28
17.	Ida Bagus Parasara Manuaba	0	2	12	24
18.	Kadek Dwi Darma Cahyani	0	2	16	32
19.	Luh Dwi Moneta Pinatih	0	1	7	14
20.	Made Masyita Kiarra Kesha	0	0	14	28
21.	Ni Kadek Arma Lidya Putri	0	2	17	34
22.	Ni Kadek Cahyani	0	1	15	30
23.	Ni Kadek Gita Mahesa Rani	1	2	16	32
24.	Ni Kadek Mutiara Elmidia Anggitasari	0	3	12	24
25.	Ni Kadek Wulan Cintya Dewi	0	0	10	20
26.	Ni Komang Saras Pradewi	0	2	16	32
27.	Ni Putu Diah Maharani	0	2	17	34
28.	Ni Putu Intan Almajani Anggitasari	0	3	14	28
29.	Ni Putu Ira Diantari	0	1	13	26
30.	Ni Putu Meisya Ari Kelani	0	2	11	22
31.	Ni Wayan Paristya Ambalika	0	0	12	24
32.	Pande Ketut Wira Sedana Prasuta	0	1	10	20
33.	Pande Made Dendi Sanggrapiana	0	1	9	18
34.	Pande Nyoman Andre Darma Saputra	0	1	11	22
35.	Putu Adyatma Jaya Dipa	0	0	12	24
36.	Putu Desya Suanjani Putri	0	2	12	24
37.	Putu Eka Sri Patni	0	0	11	22
38.	Putu Kayana Eka Apsari	0	1	13	26

B. Data Hasil *Pretest* Kemampuan HOTS Fisika Siswa Kelompok Kontrol (XI MIPA 9)

No	Nama	Butir Soal							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Anak Agung Gde Pratisthita Putra Markani	4	1	0	1	2	2	0	0
2.	Anak Agung Istri Apsari Utami Pemayun	3	1	2	2	0	2	1	0
3.	Anak Agung Istri Arimas Nareswari Putri	3	1	1	1	0	1	1	0
4.	Anak Agung Istri Dessy Ardianti Pratiwi	2	1	2	1	0	0	1	0
5.	Anak Agung Istri Linda Yuni	2	1	2	1	0	3	0	0
6.	Dewa Ayu Ade Krisnawati	3	1	1	3	0	2	1	0
7.	Dewa Ayu Diah Kristhian Dewi	3	1	2	2	2	3	0	0
8.	Dewa Ayu Reva Aprilia Putri	3	1	2	3	1	2	0	0
9.	Gde Kayana Putra Gunamulya	2	0	1	1	2	3	1	0
10.	Gita Sasmita Amandari	3	0	2	1	0	0	1	0
11.	I Dewa Gede Agung Anggara Purnama	3	0	0	0	0	3	1	0
12.	I Dewa Gede Aiswarya Asadha	2	0	2	1	0	3	1	0
13.	I Gusti Agung Nanda Adinata	2	0	0	2	0	2	0	0
14.	I Gusti Ngurah Yogi Indrawan	2	1	2	1	1	2	0	0
15.	I Kadek Aditya Surya Yudistira	1	0	1	2	0	2	1	0
16.	I Kadek Anggantara Putra	1	0	1	2	0	0	1	0
17.	I Komang Tri Mahayana	2	1	2	3	0	2	0	0
18.	I Made Adi Anggayana	4	0	1	0	0	3	0	0
19.	I Made Danan Jaya	3	0	2	2	1	1	0	2
20.	I Made Sandya Isyana	2	1	2	1	0	2	1	0
21.	I Putu Tressna Arista	3	0	0	1	0	3	1	0
22.	Kadek Intan Prabaswari	2	2	0	2	0	2	0	0
23.	Komang Ina Oktaviani	3	0	2	2	0	0	1	0
24.	Made Handhika Wiguna	1	1	2	0	0	3	1	0
25.	Ni Kadek Pratista Hapsari Manik	2	1	0	3	0	2	0	0
26.	Ni Ketut Ari Pertiwi	1	2	2	3	0	2	0	0
27.	Ni Luh Ade Thresia	2	1	1	2	0	3	0	0
28.	Ni Made Dea Rahmadani	3	1	2	3	0	2	1	0
29.	Ni Made Dinda Pramaputri	2	0	2	3	0	2	2	0
30.	Ni Putu Anggi Rizapani	1	1	2	4	0	3	0	1
31.	Ni Putu Ary Putri Cahyani	3	2	0	3	2	2	1	2
32.	Ni Putu Navanitha Aprilia Prasanthi	2	1	2	3	0	2	0	2
33.	Ni Putu Risma Cahyani	2	2	2	1	0	3	2	0
34.	Nyoman Arya Wedanta Prajak Gautama	1	1	2	2	0	2	0	1
35.	Pande Putu Aby Gotama	3	0	0	3	0	2	2	0
36.	Pande Putu Sivazeka Mahendra	3	1	2	2	0	2	1	0

37.	Putu Radina Riafany	2	0	2	2	0	0	2	0
38.	Putu Rama Aditya Nugraha	1	2	0	1	0	3	2	0
39	Sang Nyoman Tri Wisesa Maha Jaya	3	0	2	0	0	2	1	0

No	Nama	Butir Soal		Total	
		9	10	Skor	Nilai
1.	Anak Agung Gde Pratisthita Putra Markani	2	2	14	28
2.	Anak Agung Istri Apsari Utami Pemayun	2	0	13	26
3.	Anak Agung Istri Arimas Nareswari Putri	2	1	11	22
4.	Anak Agung Istri Dessy Ardianti Pratiwi	2	1	10	20
5.	Anak Agung Istri Linda Yuni	2	1	12	24
6.	Dewa Ayu Ade Krisnawati	2	0	13	26
7.	Dewa Ayu Diah Kristhian Dewi	2	0	15	30
8.	Dewa Ayu Reva Aprilia Putri	2	2	16	32
9.	Gde Kayana Putra Gunamulya	1	1	12	24
10.	Gita Sasmita Amandari	2	2	11	22
11.	I Dewa Gede Agung Anggara Purnama	0	1	8	16
12.	I Dewa Gede Aiswarya Asadha	0	1	10	20
13.	I Gusti Agung Nanda Adinata	2	1	9	18
14.	I Gusti Ngurah Yogi Indrawan	2	1	12	24
15.	I Kadek Aditya Surya Yudistira	2	1	10	20
16.	I Kadek Anggantara Putra	0	2	7	14
17.	I Komang Tri Mahayana	2	1	13	26
18.	I Made Adi Anggayana	0	0	8	16
19.	I Made Danan Jaya	2	0	13	26
20.	I Made Sandya Isyana	0	1	10	20
21.	I Putu Tressna Arista	1	1	10	20
22.	Kadek Intan Prabaswari	1	1	10	20
23.	Komang Ina Oktaviani	2	1	11	22
24.	Made Handhika Wiguna	2	2	12	24
25.	Ni Kadek Pratista Hapsari Manik	1	1	10	20
26.	Ni Ketut Ari Pertiwi	2	1	13	26
27.	Ni Luh Ade Thresia	2	1	12	24
28.	Ni Made Dea Rahmadani	2	1	15	30
29.	Ni Made Dinda Pramaputri	1	1	13	26
30.	Ni Putu Anggi Rizapani	2	1	15	30
31.	Ni Putu Ary Putri Cahyani	0	2	17	34
32.	Ni Putu Navanitha Aprilia Prasanthi	3	1	16	32
33.	Ni Putu Risma Cahyani	2	0	14	28
34.	Nyoman Arya Wedanta Prajak Gautama	2	1	12	24
35.	Pande Putu Aby Gotama	2	1	13	26
36.	Pande Putu Sivazeka Mahendra	2	1	14	28
37.	Putu Radina Riafany	0	1	9	18
38.	Putu Rama Aditya Nugraha	2	1	12	24
39.	Sang Nyoman Tri Wisesa Maha Jaya	0	0	8	16

Lampiran 4.2

REKAPITULASI DATA HASIL *POSTTEST* SISWAA. Data Hasil *Posttest* Kemampuan HOTS Fisika Siswa Kelompok Eksperimen (XI MIPA 8)

No	Nama	Butir Soal							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Desak Putu Vanina Prameswari Dewi	5	5	5	4	4	5	3	3
2.	Dewa Bagus Mahesa Irwadi	5	3	4	4	3	5	3	3
3.	Dewa Gede Bagus Wibhisana	5	4	4	4	0	5	0	3
4.	I Dewa Gede Adi Kumara Sumantika	5	5	5	5	2	5	3	3
5.	I Kadek Surya Praditya	5	5	4	5	0	5	2	3
6.	I Made Agus Mertha Yasa	5	3	3	4	3	4	3	4
7.	I Made Andhika Gitra Nugraha	5	2	2	5	3	5	3	2
8.	I Made Gede Dana Arjana	4	4	4	4	4	5	3	3
9.	I Nyoman Tegus Pranantya	5	5	3	5	0	5	3	3
10.	I Putu Adhi Suryanata	5	5	4	3	2	5	3	3
11.	I Putu Aditya Prayoga Putra	5	2	3	5	1	5	3	3
12.	I Putu Arya Kusuma Agung	5	3	3	4	2	5	3	3
13.	I Putu Gujjeg Budiman	5	5	3	3	1	5	3	3
14.	I Putu Prastika Yuda	5	5	4	3	1	5	3	3
15.	Ida Ayu Ari Swandewi	3	4	2	3	0	5	3	3
16.	Ida Ayu Nandi Pusparini	5	5	5	5	4	5	3	3
17.	Ida Bagus Parasara Manuaba	5	4	2	5	2	5	3	3
18.	Kadek Dwi Darma Cahyani	3	4	5	4	4	5	4	3
19.	Luh Dwi Moneta Pinatih	5	4	3	3	2	5	3	3
20.	Made Masyita Kiarra Kesha	5	5	5	5	4	5	3	4
21.	Ni Kadek Arma Lidya Putri	5	5	5	4	4	5	3	4
22.	Ni Kadek Cahyani	5	3	5	5	4	5	3	3
23.	Ni Kadek Gita Mahesa Rani	5	4	4	5	4	5	4	3
24.	Ni Kadek Mutiara Elmidia Anggitasari	3	4	4	4	4	5	4	3
25.	Ni Kadek Wulan Cintya Dewi	3	4	5	4	0	5	3	3
26.	Ni Komang Saras Pradewi	5	5	5	5	4	5	3	4
27.	Ni Putu Diah Maharani	4	5	4	5	4	5	4	5
28.	Ni Putu Intan Almajani Anggitasari	3	5	4	5	4	5	3	4
29.	Ni Putu Ira Diantari	5	3	5	4	4	5	4	3
30.	Ni Putu Meisya Ari Kelani	4	5	4	5	4	5	4	4
31.	Ni Wayan Paristya Ambalika	5	4	5	3	4	5	3	4
32.	Pande Ketut Wira Sedana Prasuta	5	0	4	5	0	5	3	4
33.	Pande Made Dendi Sanggrapiana	5	5	4	3	1	5	3	3
34.	Pande Nyoman Andre Darma Saputra	5	1	1	5	1	5	4	4
35.	Putu Adyatma Jaya Dipa	5	5	4	4	1	5	3	3
36.	Putu Desya Suanjani Putri	2	4	4	5	4	4	4	3
37.	Putu Eka Sri Patni	4	5	3	5	4	5	3	5
38.	Putu Kayana Eka Apsari	5	4	5	3	4	5	3	3

No	Nama	Butir Soal		Total	
		9	10	Skor	Nilai
1.	Desak Putu Vanina Prameswari Dewi	5	4	43	86
2.	Dewa Bagus Mahesa Irwadi	4	4	38	76
3.	Dewa Gede Bagus Wibhisana	0	4	29	58
4.	I Dewa Gede Adi Kumara Sumantika	5	4	42	84
5.	I Kadek Surya Praditya	5	3	37	74
6.	I Made Agus Mertha Yasa	4	3	36	72
7.	I Made Andhika Gitra Nugraha	3	3	33	66
8.	I Made Gede Dana Arjana	4	4	39	78
9.	I Nyoman Tegus Pranantya	0	4	33	66
10.	I Putu Adhi Suryanata	5	4	39	78
11.	I Putu Aditya Prayoga Putra	3	3	33	66
12.	I Putu Arya Kusuma Agung	0	3	31	62
13.	I Putu Gujjeg Budiman	5	4	37	74
14.	I Putu Prastika Yuda	5	4	38	76
15.	Ida Ayu Ari Swandewi	2	4	29	58
16.	Ida Ayu Nandi Pusparini	5	4	44	88
17.	Ida Bagus Parasara Manuaba	2	3	34	68
18.	Kadek Dwi Darma Cahyani	2	4	38	76
19.	Luh Dwi Moneta Pinatih	2	4	34	68
20.	Made Masyita Kiarra Kesha	5	4	45	90
21.	Ni Kadek Arma Lidya Putri	5	4	44	88
22.	Ni Kadek Cahyani	4	4	41	82
23.	Ni Kadek Gita Mahesa Rani	3	4	41	82
24.	Ni Kadek Mutiara Elmidia Anggitasari	2	4	37	74
25.	Ni Kadek Wulan Cintya Dewi	2	4	33	66
26.	Ni Komang Saras Pradewi	4	4	44	88
27.	Ni Putu Diah Maharani	4	5	45	90
28.	Ni Putu Intan Almajani Anggitasari	2	4	39	78
29.	Ni Putu Ira Diantari	5	4	42	84
30.	Ni Putu Meisya Ari Kelani	4	4	43	86
31.	Ni Wayan Paristya Ambalika	3	4	40	80
32.	Pande Ketut Wira Sedana Prasuta	0	4	30	60
33.	Pande Made Dendi Sanggrapiana	5	4	38	76
34.	Pande Nyoman Andre Darma Saputra	0	4	30	60
35.	Putu Adyatma Jaya Dipa	4	4	38	76
36.	Putu Desya Suanjani Putri	2	4	36	72
37.	Putu Eka Sri Patni	2	4	40	80
38.	Putu Kayana Eka Apsari	4	4	40	80

B. Data Hasil *Posttest* Kemampuan HOTS Fisika Siswa Kelompok Kontrol (XI MIPA 9)

No	Nama	Butir Soal							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Anak Agung Gde Pratisthita Putra Markani	5	3	2	2	2	4	1	2
2.	Anak Agung Istri Apsari Utami Pemayun	3	2	2	4	2	5	2	3
3.	Anak Agung Istri Arimas Nareswari Putri	5	3	2	1	2	5	2	3
4.	Anak Agung Istri Dessy Ardianti Pratiwi	4	3	2	1	2	4	2	1
5.	Anak Agung Istri Linda Yuni	5	2	3	1	2	5	2	3
6.	Dewa Ayu Ade Krisnawati	4	3	1	5	0	5	2	2
7.	Dewa Ayu Diah Kristhian Dewi	4	3	2	5	2	4	1	2
8.	Dewa Ayu Reva Aprilia Putri	5	0	1	5	1	5	2	3
9.	Gde Kayana Putra Gunamulya	5	3	3	2	2	5	2	2
10.	Gita Sasmita Amandari	4	2	1	1	2	3	2	3
11.	I Dewa Gede Agung Anggara Purnama	5	3	1	1	1	4	1	2
12.	I Dewa Gede Aiswarya Asadha	4	2	2	1	2	5	2	3
13.	I Gusti Agung Nanda Adinata	3	3	3	1	2	5	2	1
14.	I Gusti Ngurah Yogi Indrawan	5	2	0	1	2	4	2	3
15.	I Kadek Aditya Surya Yudistira	4	1	3	1	2	5	2	2
16.	I Kadek Anggantara Putra	5	3	0	1	0	0	0	3
17.	I Komang Tri Mahayana	5	4	0	2	0	5	2	2
18.	I Made Adi Anggayana	5	1	1	1	0	5	2	1
19.	I Made Danan Jaya	5	4	1	4	0	1	3	3
20.	I Made Sandya Isyana	5	2	0	1	2	4	2	3
21.	I Putu Tressna Arista	4	3	2	3	2	4	1	2
22.	Kadek Intan Prabaswari	5	2	1	3	2	3	2	1
23.	Komang Ina Oktaviani	4	2	2	2	1	4	0	2
24.	Made Handhika Wiguna	5	3	1	1	0	3	0	3
25.	Ni Kadek Pratista Hapsari Manik	5	2	3	2	2	4	2	2
26.	Ni Ketut Ari Pertiwi	4	3	3	1	2	4	2	1
27.	Ni Luh Ade Thresia	4	3	2	5	1	5	1	2
28.	Ni Made Dea Rahmadani	5	3	2	1	2	4	2	3
29.	Ni Made Dinda Pramaputri	5	2	2	1	2	5	2	3
30.	Ni Putu Anggi Rizapani	5	3	1	4	2	5	1	2
31.	Ni Putu Ary Putri Cahyani	5	4	2	5	3	5	3	2
32.	Ni Putu Navanitha Aprilia Prasanthi	5	3	2	5	1	5	3	3
33.	Ni Putu Risma Cahyani	4	1	3	1	2	3	2	2
34.	Nyoman Arya Wedanta Prajak Gautama	5	3	0	1	0	0	1	3
35.	Pande Putu Aby Gotama	4	2	0	1	2	4	1	2
36.	Pande Putu Sivazeka Mahendra	4	2	2	2	2	3	2	2
37.	Putu Radina Riafany	5	2	1	1	0	4	2	2
38.	Putu Rama Aditya Nugraha	4	1	2	1	2	4	2	3
39.	Sang Nyoman Tri Wisesa Maha Jaya	4	3	0	1	2	4	2	1

No	Nama	Butir Soal		Total	
		9	10	Skor	Nilai
1.	Anak Agung Gde Pratisthita Putra Markani	1	3	25	50
2.	Anak Agung Istri Apsari Utami Pelayun	2	1	26	52
3.	Anak Agung Istri Arimas Nareswari Putri	0	2	25	50
4.	Anak Agung Istri Dessy Ardianti Pratiwi	1	2	22	44
5.	Anak Agung Istri Linda Yuni	0	1	24	48
6.	Dewa Ayu Ade Krisnawati	1	2	25	50
7.	Dewa Ayu Diah Kristhian Dewi	1	2	26	52
8.	Dewa Ayu Reva Aprilia Putri	1	1	24	48
9.	Gde Kayana Putra Gunamulya	0	1	25	50
10.	Gita Sasmita Amandari	2	2	22	44
11.	I Dewa Gede Agung Anggara Purnama	1	2	21	42
12.	I Dewa Gede Aiswarya Asadha	0	1	22	44
13.	I Gusti Agung Nanda Adinata	0	0	20	40
14.	I Gusti Ngurah Yogi Indrawan	1	2	22	44
15.	I Kadek Aditya Surya Yudistira	0	1	21	42
16.	I Kadek Anggantara Putra	1	0	13	26
17.	I Komang Tri Mahayana	1	0	21	42
18.	I Made Adi Anggayana	0	0	16	32
19.	I Made Danan Jaya	1	1	23	46
20.	I Made Sandya Isyana	0	0	19	38
21.	I Putu Tressna Arista	1	1	23	46
22.	Kadek Intan Prabaswari	0	1	20	40
23.	Komang Ina Oktaviani	2	2	21	42
24.	Made Handhika Wiguna	1	2	19	38
25.	Ni Kadek Pratista Hapsari Manik	0	2	24	48
26.	Ni Ketut Ari Pertiwi	2	2	24	48
27.	Ni Luh Ade Thresia	1	2	26	52
28.	Ni Made Dea Rahmadani	1	1	24	48
29.	Ni Made Dinda Pramaputri	0	2	24	48
30.	Ni Putu Anggi Rizapani	1	2	26	52
31.	Ni Putu Ary Putri Cahyani	2	2	33	66
32.	Ni Putu Navanitha Aprilia Prasanthi	2	1	30	60
33.	Ni Putu Risma Cahyani	0	2	20	40
34.	Nyoman Arya Wedanta Prajak Gautama	1	0	14	28
35.	Pande Putu Aby Gotama	1	2	19	38
36.	Pande Putu Sivazeka Mahendra	0	2	21	42
37.	Putu Radina Riafany	0	0	17	34
38.	Putu Rama Aditya Nugraha	1	2	22	44
39.	Sang Nyoman Tri Wisesa Maha Jaya	1	2	20	40

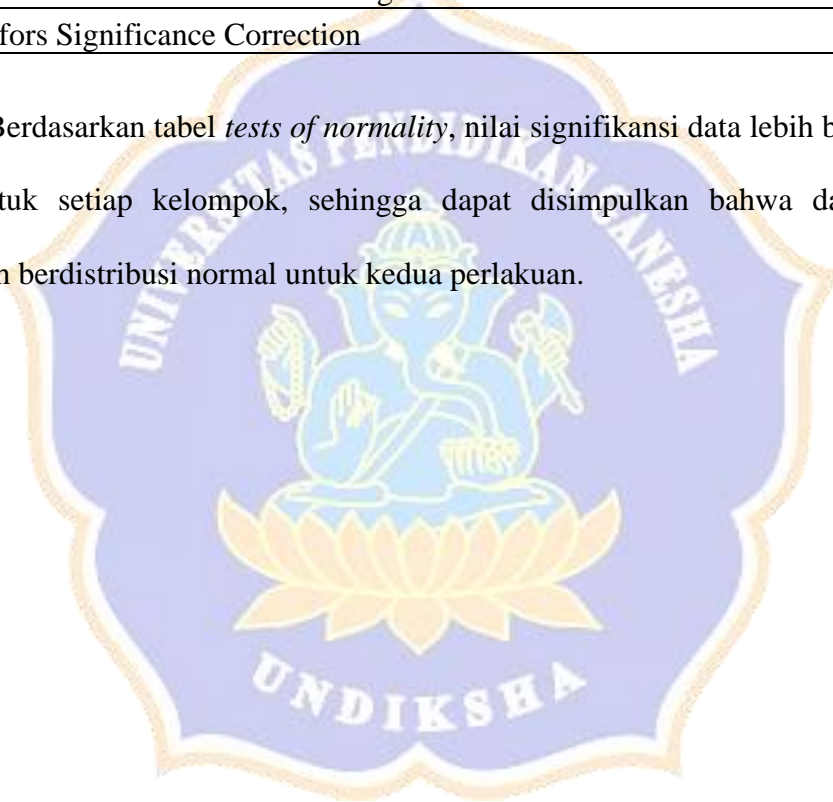
Lampiran 4.3

ANALISIS NORMALITAS DATA

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	PBFCL	.118	38	.200	.971	38	.415
	DI	.113	39	.200*	.975	39	.530
Posttest	PBFCL	.104	38	.200*	.956	38	.138
	DI	.116	39	.200*	.962	39	.212

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel *tests of normality*, nilai signifikansi data lebih besar dari 0,05 untuk setiap kelompok, sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal untuk kedua perlakuan.



Lampiran 4.4

ANALISIS HOMOGENITAS DATA

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	Based on Mean	.183	1	75	.670
	Based on Median	.130	1	75	.720
	Based on Median and with adjusted df	.130	1	73.393	.720
	Based on trimmed mean	.201	1	75	.655
Posttest	Based on Mean	2.257	1	75	.137
	Based on Median	2.039	1	75	.157
	Based on Median and with adjusted df	2.039	1	74.619	.157
	Based on trimmed mean	2.185	1	75	.144

Berdasarkan *test of homogeneity of variance*, tampak bahwa hasil pengujian homogenitas kemampuan HOTS fisika awal siswa (*pretest*) dengan menggunakan *Levene Statistic* untuk *Based on Mean* memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varian antar kelompok adalah homogen. Sedangkan hasil pengujian homogenitas kemampuan HOTS fisika siswa (*posttest*) dengan menggunakan *Levene Statistic* untuk *Based on Mean* memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varian antar kelompok adalah homogen.

Lampiran 4.5

ANALISIS HOMOGENITAS POPULASI

KELAS	Levene Statistic	Sig
XI MIPA 1 dan XI MIPA 2	0,057	0,811
XI MIPA 1 dan XI MIPA 3	0,576	0,450
XI MIPA 1 dan XI MIPA 4	3,410	0,069
XI MIPA 1 dan XI MIPA 5	1,605	0,209
XI MIPA 1 dan XI MIPA 6	2,837	0,096
XI MIPA 1 dan XI MIPA 7	0,744	0,391
XI MIPA 1 dan XI MIPA 8	1,645	0,204
XI MIPA 1 dan XI MIPA 9	3,152	0,080
XI MIPA 2 dan XI MIPA 3	0,105	0,747
XI MIPA 2 dan XI MIPA 4	3,235	0,076
XI MIPA 2 dan XI MIPA 5	0,807	0,372
XI MIPA 2 dan XI MIPA 6	2,514	0,177
XI MIPA 2 dan XI MIPA 7	0,55	0,815
XI MIPA 2 dan XI MIPA 8	0,417	0,521
XI MIPA 2 dan XI MIPA 9	2,093	0,152
XI MIPA 3 dan XI MIPA 4	3,539	0,064
XI MIPA 3 dan XI MIPA 5	0,399	0,529
XI MIPA 3 dan XI MIPA 6	2,043	0,157
XI MIPA 3 dan XI MIPA 7	0,056	0,814
XI MIPA 3 dan XI MIPA 8	0,113	0,738
XI MIPA 3 dan XI MIPA 9	1,213	0,274
XI MIPA 4 dan XI MIPA 5	2,273	0,136
XI MIPA 4 dan XI MIPA 6	0,177	0,675
XI MIPA 4 dan XI MIPA 7	3,287	0,074
XI MIPA 4 dan XI MIPA 8	2,545	0,115
XI MIPA 4 dan XI MIPA 9	0,612	0,437
XI MIPA 5 dan XI MIPA 6	1,042	0,311
XI MIPA 5 dan XI MIPA 7	0,352	0,555
XI MIPA 5 dan XI MIPA 8	0,107	0,745
XI MIPA 5 dan XI MIPA 9	0,195	0,660
XI MIPA 6 dan XI MIPA 7	2,313	0,132
XI MIPA 6 dan XI MIPA 8	1,666	0,201
XI MIPA 6 dan XI MIPA 9	0,240	0,626
XI MIPA 7 dan XI MIPA 8	0,092	0,763
XI MIPA 7 dan XI MIPA 9	1,165	0,284
XI MIPA 8 dan XI MIPA 9	0,639	0,426

Berdasarkan *test of homogeneity of variance*, tampak bahwa hasil pengujian homogenitas kemampuan akademik siswa dengan menggunakan *Levene Statistic* memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua kelas dalam populasi telah terdistribusi homogen secara akademik.

Lampiran 4.6

ANALISIS LINEARITAS

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest * Pretest	Between Groups	(Combined)	5601.551	11	509.232	1.822	.068
		Linearity	3282.129	1	3282.129	11.741	.001
		Deviation from Linearity	2319.421	10	231.942	.830	.602
	Within Groups		18171.125	65	279.556		
	Total		23772.675	76			

Berdasarkan tabel tersebut, nilai F pada *Deviation from Linearity* menunjukkan bahwa nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05, yang berarti bahwa kemampuan HOTS fisika awal siswa (*pretest*) dan kemampuan HOTS fisika siswa (*posttest*) adalah linear. Sedangkan nilai F pada *Linearity* menunjukkan bahwa nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05, yang berarti bahwa kemampuan HOTS fisika awal siswa (*pretest*) dan kemampuan HOTS fisika siswa (*posttest*) memiliki hubungan yang berarti.

Lampiran 4.7

ANALISIS ANACOVA

Between-Subjects Factors		
	Value Label	N
Kelas	PBFCL	38
	DI	39

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Posttest HOTS						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	20529.021 ^a	2	10264.510	234.172	.000	.864
Intercept	3785.862	1	3785.862	86.370	.000	.539
PRETES T	2203.198	1	2203.198	50.263	.000	.404
MODEL	17246.892	1	17246.892	393.467	.000	.842
Error	3243.654	74	43.833			
Total	299056.000	77				
Corrected Total	23772.675	76				

a. R Squared = .864 (Adjusted R Squared = .860)

Nilai signifikansi yang diperoleh dari perhitungan merupakan kriteria untuk pengujian hipotesis menggunakan analisis ANAKOVA satu arah (sig). Jika angka signifikansi lebih kecil dari ambang signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$), H_a diterima dan H_0 ditolak.

Lampiran 4.8

ANALISIS LSD

Estimates				
Dependent Variable: Posttest				
Kelas	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PBFCL	75.000 ^a	1.076	72.856	77.143
DI	44.975 ^a	1.062	42.859	47.090

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest HOTS = 24.1299.

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: Posttest HOTS						
(I) Kelas	(J) Kelas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
PBFCL	DI	30.025*	1.514	.000	27.009	33.041
DI	PBFCL	-30.025*	1.514	.000	-33.041	-27.009

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 HOTS						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	17246.892	1	17246.892	393.467	.000	.842
Error	3243.654	74	43.833			

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

Berdasarkan *output* tersebut, memaparkan signifikansi nilai rata-rata kemampuan HOTS fisika siswa antara kelompok PBFCL dan DI yang telah dianalisis menggunakan metode LSD (*Least Significant Difference*). Jumlah sampel kelompok PBFCL dengan $n = 38$ dan jumlah sampel kelompok DI dengan $n = 39$ sehingga jumlah sampel total $N = 77$. Jumlah kelompok perlakuan yang digunakan $a = 2$, dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, sehingga diperoleh nilai statistik $t_{\text{tabel}} = t_{(0,025;75)} = 1,992$. Berdasarkan analisis ANACOVA satu jalur diperoleh nilai $MS\varepsilon = 43,833$, maka besar penolakan LSD adalah sebagai berikut.

$$LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{MS\varepsilon \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} \right)}$$

$$LSD = (1,992) \sqrt{(43,833) \left(\frac{1}{38} + \frac{1}{39} \right)}$$

$$LSD = (1,992) \sqrt{(43,833)(0,052)}$$

$$LSD = (1,992) \sqrt{2,277}$$

$$LSD = (1,992)(1,509)$$

$$LSD = 3,006$$

Berdasarkan hasil perhitungan tampak bahwa perbedaan nilai rata-rata kemampuan HOTS fisika siswa antara kelompok PBFCL dan DI yaitu $\Delta\mu = \mu(I) - \mu(J) = 30,025$, dengan standar deviasi 1,514 dan signifikansi sebesar 0,000. Angka signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari 0,05, sedangkan $\Delta\mu$ lebih besar dari nilai LSD. Berdasarkan perhitungan nilai LSD diperoleh sebesar 3,006. Hal ini berarti terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan HOTS fisika siswa antara kelompok PBFCL dengan DI.



LAMPIRAN V

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN

5.1 Dokumentasi Pelaksanaan Uji Coba

5.2 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Lampiran 5.1

DOKUMENTASI PELAKSANAAN UJI COBA

Kelas Uji Coba XII MIPA 1



Kelas Uji Coba XII MIPA 3



Lampiran 5.2

DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan *Pretest* Kelas Eksperimen XI MIPA 8

Pembelajaran di Kelas

Pelaksanaan *Posttest*

DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan *Pretest* Kelas Kontrol XI MIPA 9



Pembelajaran di Kelas



Pelaksanaan *Posttest*





LAMPIRAN VI

ADMINISTRASI PENELITIAN

6.1 Surat Keterangan Penelitian

6.2 Surat Keterangan Uji Coba Instrumen

