



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

INSTRUMEN PENELITIAN



Lampiran 1.1	Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis uji Coba Tes
Lampiran 1.2	Tes Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba
Lampiran 1.3	Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba
Lampiran 1.4	Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis Digunakan
Lampiran 1.5	Tes Keterampilan Berpikir Kritis Digunakan
Lampiran 1.6	Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kritis yang Digunakan

Lampiran 1. 1 Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis uji Coba Tes

Dimensi	Indikator Dimensi	Level Kognitif	No. Soal	Jumlah soal/dimensi
<i>Basic Clarification</i>	Menganalisis argumen	C4	1,6	4
	Menganalisis hubungan antarvariabel berdasarkan informasi yang disajikan dalam grafik/data dan hasil pengamatan	C4	5,9	
<i>Based for a Decision</i>	Menganalisis hasil observasi untuk menentukan keputusan berdasarkan konsep ilmiah yang relevan	C4	4,19	4
	Menggunakan pengetahuan yang sudah ada (pengetahuan latar belakang dan pengetahuan mengetahui situasi)	C4	10,18	
<i>Inference</i>	Menginduksi dan mempertimbangkan induksi.	C5	3,2	4
	Membuat dan menilai inferensi serta argumen induktif dengan mempertimbangkan induksi enumerative, argumen dan inferensi yang menuju pada penjelasan terbaik.	C5	13, 17	
<i>Advanced Clarification</i>	Mengaitkan dan menilai asumsi yang tidak dinyatakan	C5	12,14	4
	Berpikir secara asumsi/suporsisi.	C5	15,20	
<i>Non-Constitutive, but helfull.</i>	Menyampaikan gagasan dengan cara meyakinkan	C5	7,11	4

Dimensi	Indikator Dimensi	Level Kognitif	No. Soal	Jumlah soal/dimensi
	Menyesuaikan cara berbicara atau menulis dengan situasi	C5	8,16	
Total				20



Lampiran 1. 2 Tes Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba

TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS UJI COBA

Materi : Gelombang Bunyi
 Waktu : 90 menit
 Jumlah soal : 20 soal
 Kelas : XII
 Semester : 2 (Genap)
 Sekolah : SMA Negeri 3 Singaraja

Petunjuk : • Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan tepat dan benar!
 • Tulis identitas pada pojok kanan atas yang terdiri dari (Nama, Nomor absen, kelas).
 • Kerjakan soal yang dianggap mudah terlebih dahulu (boleh dilakukan secara acak).
 • Tidak ada tes susulan.

-----Berdoa sebelum mengerjakan-----

No

Soal

1. Pada hari Minggu sebuah ambulans lewat di depan rumah Dina. Ibu Dina di halaman rumah dengan jarak 18m dari jalan, saat ambulans mendekati rumah, ibu dina mendengar suara sirine ambulan dengan nada yang lebih tinggi. Setelah ambulans melewati rumah, Dina yang berada di dalam rumah dengan mendengar nada lebih rendah. Dina berpendapat bahwa “Untung aku berada di dalam rumah, sehingga suara sirine terdengar lebih rendah akibat mengalami pemantulan dan difraksi karena mengenai tembok, perabotan dan celah-celah jendela dan pintu” Sedangkan Ibu Dina berpendapat ”Harusnya suara sirine tadi nadanya terdengar lebih tinggi dan lebih rendah akibat gerak relatif antara sumber dan pendengar”. Analisislah kedua argumen tersebut dan tentukan argumen manakah yang lebih tepat berdasarkan konsep Efek Doppler!

No	Soal
2	Utari melakukan percobaan menggunakan pipa tiup yang menyerupai seruling tanpa lubang dengan panjangnya 80 cm seperti pada gambar di samping. Ketika Utari meniup pipa tersebut beberapa kali, diperoleh data sebagai berikut: - Ketika Utari meniup dengan perlahan, maka bunyi yang dihasilkan memiliki nada rendah. - Ketika utari meniup lebih kuat, maka bunyi yang dihasilkan bernada lebih tinggi. - Terjadi perbedaan nada yang di hasilkan pada panjang pipa yang sama. Berdasarkan data tersebut, gunakanlah pengetahuan yang anda miliki mengenai sumber bunyi sebagai dasar untuk memberikan keputusan mengenai aspek yang berpengaruh dalam perbedaan tinggi rendahnya nada yang di hasilkan dan tunjukkan keterkaitan aspek tersebut dengan frekuensi dan panjang gelombang! 3. Suatu hari, Regina pergi membeli minyak goreng dengan membawa botol kaca kering ke warung. Regina meniup botol kaca tersebut seperti pada gambar di samping. Ketika ditiup dengan pelan, nada yang dihasilkan dari botol terdengar rendah dan ketika ditiup dengan keras, nada yang di hasilkan lebih tinggi dari sebelumnya. Berdasarkan fenomena tersebut, mengapa kekuatan tiupan mempengaruhi perbedaan tinggi rendah bunyi yang dihasilkan pada botol kaca tersebut? Hubungkan dengan mode getar pada kolom udara dan resonansi.



No

Soal

4. Irma dan Duti merupakan tetangga depan rumah. Suatu hari Duti sedang menggelar acara pernikahan selama 3 hari 2 malam dengan menyewa *Sound*. Posisi *sound* mengarah ke rumah Irma seperti gambar di samping. Pada hari pertama semua berjalan dengan lancar dan aman, namun pada hari kedua intensitas suara *sound horeg* lebih tinggi dari sebelumnya. Setelah dinyalakan selama 30 menit, kaca jendela Irma bergetar dan selang 15 menit kaca tersebut pecah. Cobalah berikan keputusan mengapa hal tersebut terjadi berdasarkan pengetahuan mengenai resonansi, frekuensi dan konsep gelombang bunyi lainnya yang telah anda miliki!



5. Pada percobaan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai medium dan suhu tertentu, diperoleh data seperti pada tabel di samping. Berdasarkan data pada tabel, coba berikan keputusan bagaimana hubungan medium dan suhu terhadap cepat rambat bunyi!

Medium	Cepat rambat bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (15°C)	340
Air (25°C)	1490
Aluminum (20°C)	5100
Besi (20°C)	5130

6. Dorkas memiliki hobi mendaki Gunung, dan ia akan pergi mendaki setiap libur semester bersama teman-temannya. Setelah berada di puncak Dorkas selalu berteriak menghadap ke puncak gunung yang tersusun dari bebatuan di depannya dan setelah 5 detik Dorkas akan mendengar gema dari suaranya. Dua teman Dorkas memberikan argument bahwa:

Teman A: Setiap Dorkas berteriak sangat keras pasti akan menghasi karena suhu udara di puncak sangat dingin.

Teman B: Gema terjadi keran Dorkas berteriak ke arah gunung-gunur depan, sehingga itu menyebabkan pemantulan bunyi dan mendengar gemanya.

Analisislah pernyataan dari teman A dan B dengan menguraikan pernyataan dan alasan yang mendukung pernyataan yang disampaikan oleh teman A dan B.

No

Soal

7. Erza sering berbisik sangat lembut dan pelan saat memanggil adiknya ketika suasana hatinya sedang baik, namun terkadang Erza berteriak keras ketika adiknya tidak menyahut ketika di panggil dengan lembut. Namun, adiknya mengeluh tidak dapat mendengar dengan jelas apa yang di katakan oleh kakaknya. Berikanlah argumen secara meyakinkan mengapa bisikan dan teriak tersebut tidak efektif untuk pendengaran manusia?

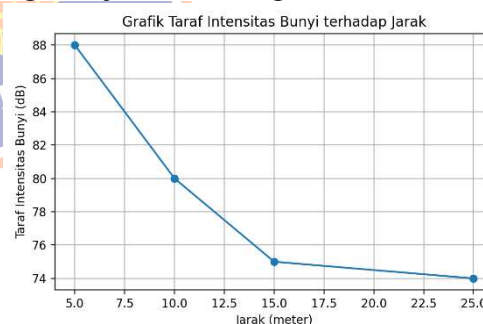
8. Pada hasil sebuah pengamatan diperoleh data berikut:

Kondisi A: Pembelajaran dalam kelas melalui sebuah video dan menggunakan *speaker* dan seluruh siswa dapat mendengar bunyi dengan jelas

Kondisi B: Pembelajaran dalam kelas dengan sebuah video dan menggunakan *speaker* yang memiliki volume sama, namun hanya sebagian mendengar bunyi dengan jelas dan Sebagian siswa tidak mendengar dengan jelas.

Jelaskanlah secara argumentatif dengan memperjelas makna dari interferensi gelombang dan berikan asumsi yang mendasari mengapa penggunaan dua buah *speaker* menyebabkan sebagian siswa tidak mendengar dengan jelas!

9. Pada sebuah percobaan mengenai pengaruh jarak terhadap taraf intensitas bunyi, diperoleh data seperti pada grafik di samping. Berdasarkan data tersebut, analisislah, apakah data pada grafik tersebut sudah sesuai dengan teori perambatan bunyi dan berikan jawaban dengan mengaitkan bentuk dari grafik tersebut!



10. Seorang astronot berada di stasiun ruang angkasa dan menyaksikan dua asteroid saling bertabrakan hingga menimbulkan kilatan cahaya yang terang. Walaupun astronot tersebut dapat melihat kilatan cahaya dari kejauhan, namun astronot tersebut tidak mendengar suara ledakan yang terjadi. Berdasarkan pengetahuan mengenai gelombang bunyi dan sifat

No

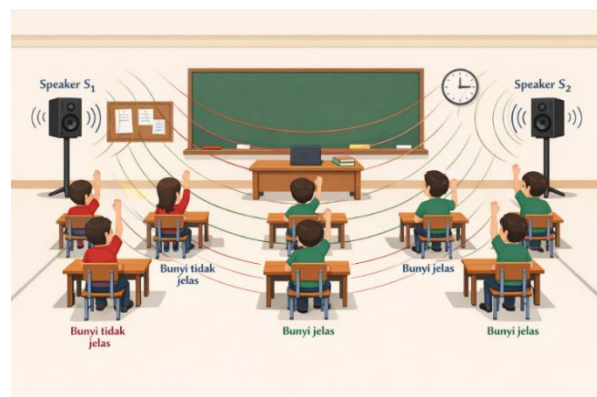
Soal

medum rambatnya, berikanlah dasar ilmiah (keputusan) mengapa astronot tersebut tidak dapat mendengar suara ledakan?

11. Sebuah ruangan kosong di sekolah digunakan sebagai tempat latihan ekstrakurikuler *band*. Suatu hari siswa latihan pada jam kosong dan ternyata suara drum dan bass terdengar keras hingga ke ruang kelas lain, sehingga mengganggu proses belajar di kelas. Pihak sekolah berencana melapisi dinding ruangan tersebut untuk mengurangi kebocoran suara dengan beberapa pilihan bahan, yaitu, busa telur, karpet tebal, papan kayu dan kaca. Pilihlah salah satu bahan paling efektif dalam meredam suara dan berikan alasan yang menyakinkan bagaimana pilihan tersebut dapat meredam suara atau meminimalisir terjadinya kebocoran suara!
12. Pada hari rabu Bunse dan Dinlo pergi ke pasar yang sama dengan jalur yang berbeda. Saat di perbatasan desa dengan jarak di antara mereka adalah 7meter dan mereka saling berpapasan dan menyapa dengan membunyikan klakson. Bunse menyatakan bahwa: **“bunyi klakson tadi pasti terdengar sama keras baik pada saya maupun dinlo, karena kami berada pada jarak yang sama dan menggunakan klakson yang sama”** Berdasarkan pernyataan Bunse, asumsi apa yang secara tidak langsung digunakan? Apakah asumsi tersebut selalu benar jika dikaitkan dengan konsep intensitas, arah pancaran dan kondisi dari lingkungan sekitar?

Perhatikan gambar dan cerita berikut untuk menjawab soal nomor 13 dan 14!

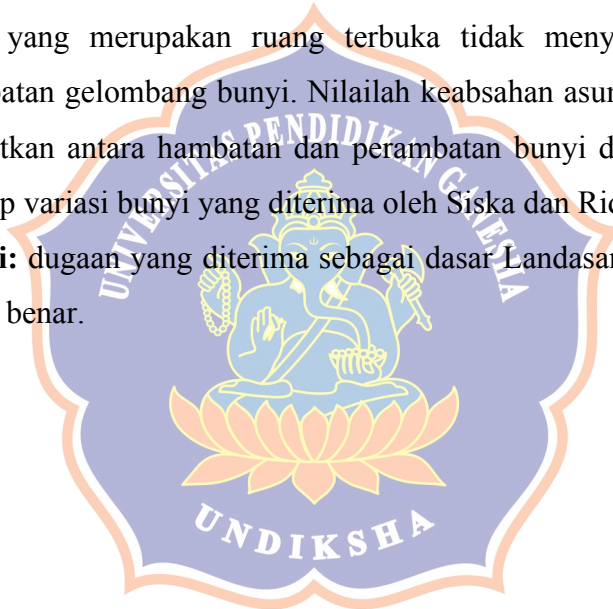
Di ruang kelas X.A dipasang dua sepiker, satu sepiker di sebelah pojok kanan dan satu di sebelah kiri kelas, kedua sepiker dihubungkan pada satu sumber dengan volume yang sama. Saat video pembelajaran diputar, beberapa siswa tidak terdengar bunyi dengan



No	Soal
	jelas dan beberapa siswa yang mendengar dengan jelas disaat yang bersamaan pada volume spiker yang sama tanpa di ubah. Mendengar hal tersebut, guru meminta siswa mengangkat tangan untuk siswa yang mendengar bunyi dengan jelas dan tidak jelas dan memperoleh data seperti gambar di atas. Guru menyatakan bahwa perbedaan kuat bunyi tersebut karena terjadi peristiwa interferensi yang di sebabkan oleh dua sepiker yang digunakan.
13	Berdasarkan cerita di atas, Guru menyatakan bahwa perbedaan kuat bunyi tersebut karena terjadi peristiwa interferensi yang disebabkan oleh dua sepiker yang digunakan. Apa yang sebenarnya terjadi pada gelombang yang dihasilkan oleh dua sepiker tersebut hingga menyebabkan beberapa murid dapat mendengar dengan jelas dan ada beberapa murid yang tidak jelas mendengarnya? Hubungkanlah dengan konsep interferensi gelombang!
14	Berdasarkan data pada gambar mengenai lemah dan kuatnya bunyi yang di dengar oleh siswa, dengan anggapan awal bahwa kedua speaker memiliki intensitas yang sama dan dibuhungkan pada satu sumber. Nilailah anggapan tersebut, dan berikan asumsi-asumsi apa yang harus yang mendasari terjadinya perbedaan kuat bunyi pada beberapa posisi dalam ruangan tersebut!
15	Rion dan Dion duduk di kursi yang terpisah sejauh 94 m pada ruangan ber-AC yang luasnya 150 m^2. Karena malas untuk bergerak, mereka memutuskan untuk berkomunikasi dengan cara berteriak satu sama lain. Berdasarkan kondisi ruangan dan jarak antar Rion dan Dion, jelaskan bagaimana suara yang akan diterima oleh Rion dipengaruhi oleh suhu ruangan dan perambatan bunyinya?
16	Terdapat dua buah suling bambu yang memiliki panjang berbeda yaitu 30cm dan 45cm di tiup dengan tiupan yang sama, dan cepat rambat gelombang di udara yaitu 342m/s. Beberapa teman kelas anda berpendapat bahwa kedua suling akan menghasilkan bunyi yang sama. Namun anda tidak setuju dengan pendapat tersebut, Berdasarkan pada pilihan anda,

No	Soal
	Gunakanlah hasil dari perhitungan frekuensi bunyi dan konsep resonansi untuk menyampaikan gagasan anda secara deduktif.
17	Setya memiliki bayi dan sering menangis di malam hari. Suara tangisan terdengar sampai rumah tetangga, sehingga Setya berencana untuk merenovasi kamar mereka dengan mempertimbangkan tiga bahan untuk di tempelkan di dinding kamar, yaitu kain tebal dengan bahan berserat, kasur kapuk tipis dan karpet busa dengan bahas berpori dan tebal. Berdasarkan sifat ketiga bahan tersebut, bahan manakah yang paling efektif digunakan untuk meredam suara tangisan bayi sesuai keinginan Setya?
18	Pada suatu hari, seorang guru fisika sedang mengajar menggunakan video untuk menampilkan sebuah fenomena. Pada saat mengajar guru memperoleh dua kondisi, yaitu: Kondisi A: siswa belajar menggunakan satu sepiker untuk mendengarkan dan saat video di putar, guru menanyakan apakah siswa mendengar dengan jelas dan siswa menjawab bahwa bunyi t dengan jelas. Kondisi B: siswa belajar menggunakan dua buah sepiker dengan volu sama seperti pada saat menggunakan satu speaker di p sebelumnya. Ketika guru apakah siswa dapat mendengar audi jelas? Sebagian siswa menjawab bahwa bunyi terdengar den; dan Sebagian siswa menjawab tidak mendengar dengan jelas Berdasarkan pengamatan tersebut, gunakanlah pengetahuan mengenai gelombang bunyi dan interferensi, coba berikan keputusan mengapa bunyi yang di hasilkan oleh sumber tunggal dan sumber ganda (dua speaker) menghasilkan kondisi yang berbeda!
19	Pada pembelajaran sejarah, guru mencoba dua cara dalam menyampaikan informasi. Pertama, guru berbicara sangat pelan saat siswa mengerjakan tugas dan yang kedua, guru berbicara sangat keras ketika suasana kelas mulai tidak kondusif (Siswa ribut). Berdasarkan hasil pengukuran, intensitas bunyi di telinga siswa ketika bisikan yaitu 15 dB, suara normal guru 60dB dan ketika guru berteriak keras yaitu 125 dB. Evaluasilah kedua

No	Soal
	cara penyampaian tersebut terhadap kejelasan informasi yang diterima oleh siswa berdasarkan intensitas bunyi, ambang pendengaran dan ambang nyeri pendengaran
20	Suatu hari Rida membaca di dalam kamar yang jaraknya lebih dekat dari jalan, sedangkan siska bermain bola di halaman belakang. Ketika sebuah mobil pemadam lewat di depan rumah mereka. Siska yang penasaran segera berlari ke halaman depan rumah yang jaraknya 6meter dari jalan. Saat mobil pemadam kebakaran tepat di depan rumah mereka, siska mendengar suara sirine semakin keras dibandingkan Rida. Diasumsikan bahwa sirine mobil pemadam kebakaran menggunakan frekuensi yang tetap dan halaman rumah yang merupakan ruang terbuka tidak menyebabkan hambatan perambatan gelombang bunyi. Nilailah keabsahan asumsi tersebut dengan mengaitkan antara hambatan dan perambatan bunyi dan kondisi ruangan terhadap variasi bunyi yang diterima oleh Siska dan Rida! Asumsi: dugaan yang diterima sebagai dasar Landasan berpikir karena di anggap benar.



Lampiran 1. 3 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba

No	Jawaban
1	Argumen yang tepat secara konsep adalah argument Ibu Dina. Berdasarkan konsep efek doppler perbedaan tinggi rendah suara disebabkan oleh adanya gerak relatif antara sumber bunyi dengan pendengar. Ketika ambulans mendekati rumah, maka gelombang bunyi di depan ambulans menjadi lebih rapat dan frekuensi yang diterima oleh pendengar lebih tinggi. Ketika ambulans menjauh dari pendengar/rumah, maka gelombang bunyi menjadi lebih renggang sehingga nada yang di dengar oleh pendengar lebih rendah dari frekuensi aslinya.
2	Berdasarkan pada data yang diperoleh, aspek yang berpengaruh pada perbedaan tinggi rendah nada yang di hasilkan adalah frekuensi getaran pada kolom udara yang terdapat di dalam pipa. Pipa yang ditiup oleh Utari merupakan pipa yang memiliki panjang sama, namun perbedaan nada terjadi akibat kuat dan lemahnya tiupan yang nantinya akan mempengaruhi mode getaran pada kolom udara yang terbentuk. Ketika frekuensi getar yang di hasilkan lebih besar, maka panjang gelombang yang di hasilkan akan lebih kecil dan begitupun sebaliknya, yang sesuai dengan $v = f\lambda$ Sehingga, perubahan tinggi rendah nada pada yang sama dapat berkaitan dengan perbedaan frekuensi dan panjang gelombang yang dihasilkan akibat tiupan yang dilakuakn.
3	Perbedaan keras lemahnya suara yang dihasilkan pada botol kaca yang ditiup oleh Regina yaitu karena adanya pengaruh kuat tiupan yang

No	Jawaban
	diberikan sehingga mempengaruhi besar energi yang di berikan pada kolom botol. Ketika regina meniup dengan pelan, maka energi yang masuk pada kolom udara kecil dan amplitudo yang dihasilkan juga kecil. Hal ini menyebabkan intensitas yang di hasilkan lemah sehingga suara terdengar kecil. Ketika regina meniup botol, udara dalam botol mengalami getaran dan membentuk resonansi akibat tiupan yang sesuai dengan frekuensi alami kolom udara.
4	Berdasarkan pada pengetahuan yang dimiliki, peristiwa pecahnya kaca jendela tersebut terjadi karena, adanya peristiwa resonansi. Pada hari pertama kaca tidak langsung pecah karena frekuensi yang digunakan belum mencapai frekuensi alami kaca sehingga kaca hanya bergetar. Tetapi, pada saat hari kedua dengan peningkatan intensitas bunyi, memper-besar amplitude getaran yang mengenai kaca. Ketika frekuensi bunyi mendekati atau hampir sama frekuensi alami kaca, maka akan terjadi resonansi yang menyebabkan getaran kaca akan terus meningkat. Ketika akumulasi energi terjadi, maka kaca yang bergetar akan semakin kuat dan menimbulkan retakan-retakan kecil pada kaca, sehingga kaca rumah tersebut akan pecah karena tidak mampu menahan tegangan mekanik yang terjadi.
5	Berdasarkan data hasil percobaan tersebut, disimpulkan bahwa cepat rambat bunyi akan semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu yang terjadi pada medium udara. Cepat rambat bunyi juga di pengaruhi oleh jenis medium rambatnya seperti yang tertera pada tabel, bunyi paling cepat merambat pada medium padat, lebih lambat merambat pada medium cair

No	Jawaban
	dan paling lambat pada medium gas. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan elastisitas, kerapatan serta jarak antar partikel yang terkandung dalam masing-masing medium.
6	Pernyataan dari kedua teman Dorkas memiliki alasan masing-masing, yaitu: Teman A: Pernyataan dari teman A menyatakan bahwa dorkas berteriak sangat keras dan dipengaruhi oleh suhu. Alasan yang mendukung yaitu suhu mempengaruhi cepat rambat gelombang, akan tetapi hal yang perlu diperhatikan yaitu gelombang akan merambat dengan sedikit lambat ketika suhu rendah. Teman B: Peranyaan dari teman B yaitu Dorkas berteriak menghadap ke gunung-gunung di depannya sehingga akan terjadi pemantulan bunyi. Alasan yang mendukung pernyataan tersebut adalah, ketika Dorkas berteriak dan gelombang bunyi dari suara Dorkas tersebut mengenai bebatuan pada pegunungan yang ada di depannya, sehingga suara tersebut akan di pantulkan dan akan menjadi gema yang di dengar oleh Dorkas.
7	Bisikan tidak di dengar oleh adik erza karena intensitas bunyi pada bisikan tersebut baru mau mendekati ambang batas pendengaran manusia. Sedangkan pada saat erza berteriak, adik juga tidak dapat mendengar dengan jelas karena teriakn memiliki intensitas terlalu kuat yang mendekati ambang nyeri, sehingga keduanya dapat menyebabkan informasi yang di berikan tidak dapat di terima dengan jelas. Saran yang dapat di ajukan yaitu

No	Jawaban
	menggunakan inteensitas suara yang sedang yaitu kurang lebih 60 dB yang aman untuk di dengar oleh telinga manusia, sehingga informasi yang ingin di sampaikan dapat tersampaikan dengan baik.
8	Dua sepiker menyebabkan bunyi tidak merata di dalam kelas, karena penggunaan dua sepiker akan menghasilkan dua sumber gelombang. Kedua gelombang akan mengalami interferensi konstruktif dan destruktif, sehingga ketika siswa memperoleh gelombang konstruktif atau saling menguatkan, maka siswa dapat mendengar dengan jelas suara yang didengar, sebaliknya jika siswa memperoleh gelombang destruktif atau saling mele-mahkan, maka bunyi yang di dengar siswa tidak kuat hingga tidak terdengar. Hal ini lah yang menyebabkan bunyi tidak terdengar merata di seluruh ruang kelas, karena adanya interferensi gelombang dari dua sepiker yang digunakan.
9	Iya, berdasarkan grafik dari data yang telah diperoleh, data tersebut sudah sesuai dengan teori perambatan bunyi, yaitu semakin jauh jarak suatu pendengar dari sumber bunyi maka intensitas bunyi akan semakin menurun, hal ini karena semakin lebar atau luas jangkauan gelombang bunyi, maka energi yang di bawa akan semakin menyebar, sehingga intensitas bunyi yang di hasilkan semakin lemah. Hal tersebut terlihat dari data dan bentuk grafik, yaitu pada jarak 5 meter, intensitas bunyinya yaitu 88 dB, sedangkan ketika 10meter intensitas bunyi semakin menurun karena jarak jangkauan semakin luas yaitu menjadi 80 dB dan begitupun seterusnya.

No	Jawaban
10	Astronot tidak dapat mendengar suara ledakan karena ruang angkasa merupakan ruang hampa, sedangkan gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang memerlukan medium untuk merambat. Karena ketika berada di ruang angkasa tidak ada udara untuk merambatkan bunyi hingga terdengar ke telinga manusia.
11	Untuk meminimalisir terjadinya kebocoran suara, bahan yang dipilih sebaiknya menggunakan busa telur. Hal ini karena busa telur memiliki permukaan yang tebal, lentur dan lembut serta bentuknya memiliki lembah yang dapat menyerap gelombang bunyi dan karena memiliki tekstur yang lembut, tebal dan lentur, maka pemantulan bunyi yang dihasilkan tidak maksimal, sehingga bunyi akan terserap dan hal tersebut akan meminimalisir terjadinya kebocoran suara.
12	Pada pernyataan Bunse, secara tidak langsung menggunakan asumsi bahwa intensitas bunyi hanya dipengaruhi oleh jarak sumber bunyi, sehingga jarak pendengar dengan sumber dianggap sama dan sumber bunyi yang digunakan sama sehingga bunyi yang terdengar akan sama keras. Asumsi tersebut tidak selalu benar, karena walaupun jarak dan kelakson yang digunakan sama, bukan berarti bunyi yang didengar sama, hal ini dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya dan arah pancaran bunyi (klakson) pada motor. Umumnya posisi klakson memang sama, namun tidak dengan arah bunyi dari klakson tersebut, selain itu lingkungan sekitar juga mempengaruhi, seperti adanya tembok atau lahan kosong, pepohonan juga akan berpengaruh karena menyebabkan bunyi akan mengalami

No	Jawaban
	pemantulan, penyerapan atau penyebaran, sehingga intensitas yang sampai ketelinga pendengar tidak selalu sama.
13	Berdasarkan data dan cerita yang telah di paparkan, pernyataan dari guru tersebut dapat dianggap benar, hal ini karena perbedaan dari kuat bunyi yang diterima oleh murid tersebut disebabkan oleh interferensi gelombang yang berasal dari dua <i>speaker</i> yang terhubung oleh satu sumber yang sama, sehingga memiliki frekuensi yang sama. Gelombang bunyi yang berasal dari dua <i>speaker</i> akan merambat dan pada titik tertentu, gelombang tersebut akan saling memperkuat karena bertemu dalam keadaan sefase atau terjadi interferensi konstruktif sehingga murid akan mendengar suara lebih keras. Pada titik lain, gelombang bunyi akan saling melemahkan karena terjadi pertemuan dua gelombang yang tidak sefase, sehingga bunyi yang terdengar akan lebih lemah atau tidak jelas yang dikenal sebagai interferensi destruktif.
14	Berdasarkan pada anggapan awal yaitu kedua <i>speaker</i> yang digunakan memiliki frekuensi yang sama dan fase yang sama karena di hubungkan ke satu sumber bunyi, mengakibatkan gelombang bunyi yang di hasilkan dari dua <i>speaker</i> merambat secara bersamaan dan saling berinteraksi di dalam ruangan. Sehingga, bunyi tidak terdengar sama pada seluruh ruangan karena adanya inteferensi dari kedua speaker. Dua speaker menghasilkan gelombang dan akan kedua gelombang tersebut akan saling berinterferensi dan bertemu pada sebuah titik di dalam ruangan kelas. Inteferensi yang terjadi

No	Jawaban
	menghasilkan keras dan lemah bunyi, karena posisi siswa berbeda di dalam ruangan kelas, maka siswa juga akan mendengar suara yang berbeda-beda. Ketika siswa pada posisi A mendengar suara dengan jelas, karena pada posisi tersebut merupakan titik dimana gelombang mengalami interferensi konstruktif dan pada saat siswa kurang mendengar suara dari speaker karena pada posisi itu gelombang mengalami interferensi destruktif. Asumsi yang mendasari yaitu: • Gelombang bunyi dari kedua speaker itu memiliki frekuensi yang sama sehingga memungkinkan terjadinya interferensi. • Posisi siswa yang berbeda-beda, hal ini menjadi salah satu penyebab terjadinya perbedaan pendengaran karena gelombang akan mengalami interferensi pada titik-titik tertentu. • Pantulan pada dinding ruangan, lantai dan sebagainya diabaikan, sehingga pola gelombang ditentukan oleh interferensi gelombang dari dua <i>speaker</i>.
15	Suara yang didengar oleh Rion cukup lemah, hal ini terjadi karena posisi Rion dan Dion terpisah oleh jarak yang lumayan jauh yaitu 94m dari Dion. Selain itu, keduanya berada pada ruangan yang ber-AC, yang menyebabkan suhu udara lebih rendah sehingga cepat rambat bunyi menjadi lebih kecil dari pada ruangan tidak ber-AC. Akan tetapi, faktor utama tersebut adalah jarak yang jauh antara Dion dan Rion, sedangkan pengaruh suhu ruangan hanya berpengaruh pada perambatan bunyi yang terjadi dalam ruangan tersebut.

No	Jawaban
16	Perbedaan bunyi suling 1 dan 2: Suling 1: Panjang 30 cm $V=342 \text{ m/s}$ $f = \frac{v}{2.L}$ $f = \frac{342 \text{ m/s}}{2.30}$ $f = \frac{342 \text{ m/s}}{2.0,30}$ $f = 570 \text{ Hz}$ Suling 2: Panjang 45 cm $V=342 \text{ m/s}$  $f = \frac{v}{2.L}$ $f = \frac{342 \text{ m/s}}{2.45}$ $f = \frac{342 \text{ m/s}}{2.0,45}$ $f = 380 \text{ Hz}$ Berdasarkan perhitungan dari perbedaan nada tersebut, suling 1 akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi yang lebih tinggi, sedangkan suling 2 akan menghasilkan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi suling 1. Kedua suling tidak akan menghasilkan suara yang sama keras, hal ini karena suling memiliki panjang yang berbeda. Suling yang memiliki

No	Jawaban
	panjang yang berbeda akan memiliki resonansi yang berbeda, ketika di tiup suling dengan panjang 45cm akan menghasilkan panjang gelombang yang lebih besar dan menghasilkan frekuensi yang lebih kecil, se-hingga suara yang di hasilkan lebih rendah. Sedangkan pada suling bambo yang memiliki panjang 30 cm akan menghaikan penjang gelombang yang lebih kecil dan frekuensi yang lebih tinggi sehingga bunyi yang di hasilkan akan lebih tinggi. Sehingga panjang suling akan mempengaruhi panjang gelombang yang akan beresonansi secara alami di dalamnya.
17	Suara tangisan bayi memiliki frekuensi yang berbeda-beda yaitu dari menengah hingga tinggi yang akan terdengar hingga keluar. Untuk meredam suara tangisan tersebut, bahan bagus digunakan adalah karpet busa yang di tempelkan pada tembok kamar. Hal ini karena karpet busa memiliki banyak rongga udara kecil yang sangat baik untuk menyerap bunyi, sehingga bunyi akan teredam pada gesekan udara dalam pori-pori yang me-nyebabkan amplitudo bunyi yang akan keluar akan lebih kecil. Sedangkan kasur kapuk tipis dapat menjadi alternatif yang efektif kedua setelah karpet busa, hal ini karena kasur memiliki struktur yang berposi dan juga tebal sehingga penyerapan bunyi jadi lebih banyak. akibatnya, bunyi akan terperangkap di dalam serat dan mengalami pelemahan amplitudo sehingga bunyi akan teredam. Opsi ketiga yaitu kain tebal yang menjadi pilihan yang cukup efektif sebagai peredam bunyi, karena memiliki struktur kain yang berserat dan

No	Jawaban
	berpori. Hal ini memungkinkan bunyi akan masuk kedalam bahan karpet dan mengalami gesekan antara serat, namun karpet ini masih cukup terbatas dalam meredam suara, sehingga hanya sebagian bunyi yang mampu di redam.
18	Pada kondisi A dengan satu speaker akan menghasilkan gelombang bunyi yang merambat secara merata ke segala arah dan pola yang di hasilkan akan seragam pada seluruh ruangan. Akibatnya, siswa akan mendengar dengan merata dan sebagian siswa dapat mendengar jelas. Sedangkan pada kondisi B yaitu dengan menggunakan dua buah speaker dengan volume yang sama akan saling tumpang tindih di dalam ruangan kelas dan gelombang bunyi yang di hasilkan akan mengalami interferensi destruktif dan konstruktif, sehingga bunyi yang dihasilkan akan mengalami perbedaan di setiap titik tertentu di dalam ruangan kelas. Akibatnya, akan ada siswa yang mendengar dengan jelas dan ada siswa yang tidak dapat mendengar dengan jelas.
19	Bunyi akan terdengar dengan jelas oleh telinga manusia ketika intensitas yang digunakan pada rentang yang aman dan nyaman untuk telinga manusia. Pada peristiwa pertama guru berbicara dengan intensitas 15 dB yang berarti bunyi yang digunakan berada dekat dengan ambang pendengaran manusia, sehingga energi bunyi yang sampai ke telinga manusia sangat kecil yang menyebabkan sebagian siswa akan mengalami kesulitan dalam menangkap informasi yang di sampaikan karena terdengar kurang jelas.

No	Jawaban
	sedangkan pada peristiwa kedua, guru akan berteriak dengan intensitas sekitar 125 dB yang merupakan bunyi telah melewati ambang nyeri pendengaran manusia. Pada intensitas ini bunyi di respon sebagai rasa tidak aman hingga nyeri untuk pendengaran, sehingga informasi yang di hasilkan tidak dapat di proses dengan baik karena telinga akan melindungi diri karena bunyi terlalu keras. Guru sebaiknya menggunakan suara normal dengan intensitas kurang lebih 60 dB agar informasi dapat disampaikan dan di terima dengan baik oleh telinga.
20	Berdasarkan pada asumsi awal yaitu sirine mobil pemadam kebakaran menggunakan frekuensi yang tetap. Siska mendengar suara sirine lebih jeras dan jelas karena siska bergerak mendekati sumber bunyi. Ketika pendengar mendekati sumber bunyi, maka frekuensi yang di dengar oleh pendengar lebih besar dari frekuensi sumber. Sedangkan Rida berada di dalam ruangan, sehingga sumber bunyi mendekati pendengar. Hal ini mengakibatkan bunyi yang di dengar oleh Rida lebih lemah dari Siska. Selain itu, berdasarkan konsep intensitas jarak dan juga gelombang bunyi akan menalami pemantulan dan penyerapan pada dinding rumah dan berbagai benda, mengalami difraksi ketika melwati celah-celah sempit yang mengakibatkan terjadinya penyebaran dari energi bunyi ke segala arah. Hal tersebutlah yang menyebabkan intensitas bunyi lemah ketika sampai ketelinga Rida.

Lampiran 1. 4 Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Dimensi	Indikator Dimensi	Level Kognitif	No. Soal	Jumlah Soal/ Dimensi
<i>Basic Clarification</i>	Menganalisis argumen	C4	1	2
	Menganalisis hubungan antarvariabel berdasarkan informasi yang disajikan dalam grafik/data dan hasil pengamatan	C4	9	
<i>Based for a Decision</i>	Menganalisis hasil observasi untuk menentukan keputusan berdasarkan konsep ilmiah yang relevan	C4	4	2
	Menggunakan pengetahuan yang sudah ada (pengetahuan latar belakang dan pengetahuan mengetahui situasi)	C4	10	
<i>Inference</i>	Menginduksi dan mempertimbangkan induksi.	C5	3	2
	Membuat dan menilai inferensi serta argumen induktif dengan mempertimbangkan induksi enumerative, argumen dan inferensi yang menuju pada penjelasan terbaik.	C5	13	
<i>Advanced Clarification</i>	Mengaitkan dan menilai asumsi yang tidak dinyatakan	C5	12	2
	Berpikir secara asumsi/suporsi	C5	20	
<i>Non-Constitutive, but helfull.</i>	Menyampaikan gagasan dengan cara meyakinkan	C5	11	2
	Menyesuaikan cara berbicara atau menulis dengan sistuasi	C5	8	
Total				10

Lampiran 1.5 Tes Keterampilan Berpikir Kritis Digunakan

TES FISIKA**GELOMBANG BUNYI****Petunjuk:**

- a. Lengkapi identitas (Nama, Nomor urut dan kelas) pada lembar jawaban terlebih dahulu.
- b. Soal dapat dikerjakan secara acak dari soal yang dianggap mudah.
- c. Soal dikerjakan Selama 60 Menit.

-----Berdoa sebelum mengerjakan-----

1. Pada hari Minggu sebuah ambulans lewat di depan rumah Dina. Ibu Dina di halaman rumah dengan jarak 18m dari jalan, saat ambulans mendekati rumah, ibu dina mendengar suara sirine ambulans dengan nada yang lebih tinggi. Setelah ambulans melewati rumah, Dina yang berada di dalam rumah dengan mendengar nada lebih rendah. Dina berpendapat bahwa “Untung aku berada di dalam rumah, sehingga suara sirine terdengar lebih rendah akibat mengalami pemantulan dan difraksi karena mengenai tembok, perabotan dan celah-celah jendela dan pintu” Sedangkan Ibu Dina berpendapat ”Harusnya suara sirine tadi nadanya terdengar lebih tinggi dan lebih rendah akibat gerak relatif antara sumber dan pendengar”. Analisislah kedua argumen tersebut dan tentukan argumen manakah yang lebih tepat dan berikanlah penjelasan berdasarkan konsep Efek Doppler!
2. Suatu hari, Regina pergi membeli minyak goreng dengan membawa botol kaca kering ke warung. Regina meniup botol kaca tersebut seperti pada gambar di samping. Ketika ditiup dengan pelan, suara yang dihasilkan dari botol terdengar lemah dan ketika ditiup dengan keras, suara yang di hasilkan lebih besar dari sebelumnya. Berdasarkan fenomena tersebut, mengapa kekuatan tiupan mempengaruhi perbedaan keras



dan lemah bunyi yang dihasilkan pada botol kaca tersebut? Hubungkan dengan mode getar pada kolom udara dan resonansi.

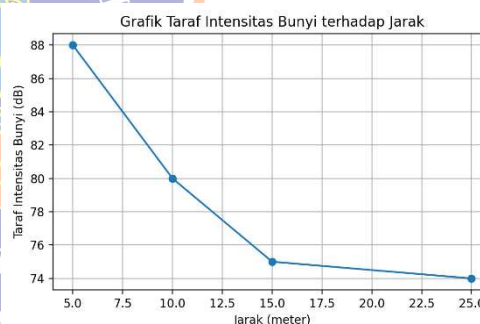
3. Pada hasil sebuah pengamatan diperoleh data berikut:

Kondisi A: Pembelajaran dalam kelas melalui sebuah video dan menggunakan sebuah *speaker* dan seluruh siswa dapat mendengar bunyi dengan jelas.

Kondisi B: Pembelajaran dalam kelas dengan sebuah video dan menggunakan dua buah *speaker* yang memiliki volume sama, namun hanya sebagian siswa yang mendengar bunyi dengan jelas dan sebagian siswa tidak mendengar bunyi dengan jelas.

Jelaskanlah secara argumentatif dengan memperjelas makna dari interferensi gelombang dan berikan asumsi yang mendasari mengapa penggunaan dua buah *speaker* menyebabkan sebagian siswa tidak mendengar dengan jelas!

4. Pada sebuah percobaan mengenai pengaruh jarak terhadap taraf intensitas bunyi, diperoleh data seperti pada grafik di samping. Berdasarkan data tersebut, analisislah, apakah data pada grafik tersebut sudah sesuai dengan teori perambatan bunyi dan berikan jawaban dengan mengaitkan bentuk dari grafik tersebut!

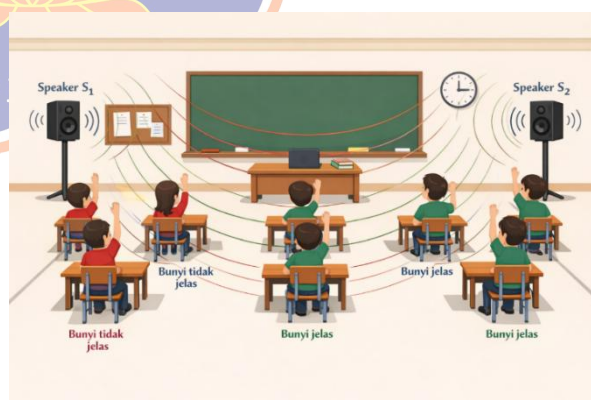


5. Seorang astronot berada di stasiun ruang angkasa dan menyaksikan dua asteroid saling bertabrakan hingga menimbulkan kilatan cahaya yang terang. Walaupun astronot tersebut dapat melihat kilatan cahaya dari kejauhan, namun astronot tersebut tidak mendengar suara ledakan yang terjadi. Berdasarkan pengetahuan mengenai gelombang bunyi dan sifat medium rambatnya, berikanlah dasar ilmiah (keputusan) mengapa astronot tersebut tidak dapat mendengar suara ledakan?

6. Sebuah ruangan kosong di sekolah digunakan sebagai tempat latihan ekstrakurikuler *band*. Suatu hari siswa latihan pada jam kosong dan ternyata suara drum dan bas terdengar keras hingga ke ruang kelas lain, sehingga mengganggu proses belajar di kelas. Pihak sekolah berencana melapisi dinding ruangan tersebut untuk mengurangi kebocoran suara dengan beberapa pilihan bahan, yaitu, busa telur, karpet tebal, papan kayu dan kaca. Pilihlah salah satu bahan paling efektif dalam meredam suara dan berikan alasan yang menyakinkan bagaimana pilihan tersebut dapat meredam suara atau meminimalisir terjadinya kebocoran suara!

7. Pada hari rabu Bunse dan Dinlo pergi ke pasar yang sama dengan jalur yang berbeda. Saat di perbatasan desa dengan jarak di antara mereka adalah 7 meter dan mereka saling berpapasan dan menyapa dengan membunyikan klakson. Bunse menyatakan bahwa: **“bunyi klakson tadi pasti terdengar sama keras baik pada saya maupun dinlo, karena kami berada pada jarak yang sama dan menggunakan klakson yang sama”** Berdasarkan pernyataan Bunse, asumsi apa yang secara tidak langsung digunakan? Apakah asumsi tersebut selalu benar jika dikaitkan dengan konsep intensitas, arah pancaran dan kondisi dari lingkungan sekitar?

8. Di ruang kelas X.A dipasang dua sepiker, satu sepiker di sebelah pojok kanan dan satu di sebelah kiri kelas, kedua sepiker dihubungkan pada satu sumber dengan frekuensi yang sama. Saat video pembelajaran diputar, beberapa siswa tidak



terdengar bunyi dengan jelas dan beberapa siswa yang mendengar dengan jelas disaat yang bersamaan walaupun volume spiker tidak diubah. Mendengar hal tersebut, guru meminta siswa mengangkat tangan untuk siswa yang mendengar bunyi dengan jelas dan tidak jelas dan memperoleh data seperti gambar di atas. Guru menyatakan bahwa perbedaan kuat bunyi tersebut karena terjadi peristiwa

interferensi yang disebabkan oleh dua sepiker yang digunakan. Berdasarkan cerita di atas, Guru menyatakan bahwa perbedaan kuat bunyi tersebut karena terjadi peristiwa interferensi yang disebabkan oleh dua sepiker yang digunakan. Apa yang sebenarnya terjadi pada gelombang yang dihasilkan oleh dua sepiker tersebut hingga menyebabkan beberapa murid dapat mendengar dengan jelas dan ada beberapa murid yang tidak jelas mendengarnya? Hubungkanlah dengan konsep interferensi gelombang!

9. Irma dan Duti merupakan tetangga depan rumah. Suatu hari Duti sedang menggelar acara pernikahan selama 3 hari 2 malam dengan menyewa *Sound*. Posisi *sound* mengarah ke rumah Irma seperti gambar di bawah. Pada hari pertama semua berjalan dengan lancar dan aman, namun pada hari kedua frekuensi bunyi *sound horeg* lebih tinggi dari sebelumnya. Setelah dinyalakan selama 30 menit, kaca jendela Irma bergetar dan selang 15 menit kaca tersebut pecah. Cobalah berikan keputusan mengapa hal tersebut terjadi berdasarkan pengetahuan mengenai resonansi, frekuensi dan konsep gelombang bunyi lainnya yang telah anda miliki!
10. Pada pembelajaran sejarah, guru mencoba dua cara dalam menyampaikan informasi. Pertama, guru berbicara sangat pelan saat siswa mengerjakan tugas dan yang kedua, guru berbicara sangat keras ketika suasana kelas mulai tidak kondusif (siswa ribut). Berdasarkan hasil pengukuran, intensitas bunyi di telinga siswa ketika bisikan yaitu 15 dB, suara normal guru 60 dB dan ketika guru berteriak keras yaitu 125 dB. Evaluasilah kedua cara penyampaian tersebut terhadap kejelasan informasi yang diterima oleh siswa berdasarkan intensitas bunyi, ambang pendengaran dan ambang nyeri pendengaran



Lampiran 1. 6 Kunci Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Kritis Digunakan

1	Argumen yang tepat secara konsep adalah argument Ibu Dina. Berdasarkan konsep efek doppler perbedaan tinggi rendah suara disebabkan oleh adanya gerak relatif anatar sumber bunyi dengan pendengar. Ketika ambulans mendekati rumah, maka gelombang bunyi di depan ambulans menjadi lebih rapat dan frekuensi yang diterima oleh pendengar lebih tinggi. Ketika ambulans menjauh dari pendengar/rumah, maka gelombang bunyi menjadi lebih renggang sehingga nada yang di dengar oleh pendengar lebih rendah dari frekuensi aslinya.
2	Perbedaan keras lemahnya suara yang dihasilkan pada botol kaca yang ditiup oleh Regina yaitu karena adanya pengaruh kuat tiupan yang di berikan sehingga mempengaruhi besar energi yang di berikan pada kolom botol. Ketika regina meniup dengan pelan, maka energi yang masuk pada kolom udara kecil dan amplitudo yang dihasilkan juga kecil. Hal ini menyebabkan intensitas yang dihasilkan lemah sehingga suara terdengar kecil. Ketika regina meniup botol, udara dalam botol mengalami gertaran dan membentuk resonansi akibat tiupan yang sesuai dengan frekuensi alami kolom udara.
3	Dua <i>speaker</i> menyebabkan bunyi tidak merata di dalam kelas, karena penggunaan dua speaker akan menghasilkan dua sumber gelombang. Kedua gelombang akan mengalami interferensi konstruktif dan destruktif, sehingga ketika siswa memperoleh gelombang konstruktif atau saling menguatkan, maka siswa dapat mendengar dengan jelas suara yang di dengar, sebaliknya jika siswa memperoleh gelombang destruktif atau saling mele-mahkan, maka bunyi yang di dengar siswa tidak kuat hingga tidak terdengar. Hal ini

	lah yang menyebabkan bunyi tidak terdengar merata di seluruh ruang kelas, karena adanya interferensi gelombang dari dua speaker yang digunakan.
4	Iya, berdasarkan grafik dari data yang telah di peroleh, data tersebut sudah sesuai dengan teori perambatan bunyi, yaitu semakin jauh jarak suatu pendengar dari sumber bunyi maka intensitas bunyi akan semakin menurun, hal ini karena semakin lebar atau luas jangkauan gelombang bunyi, maka energi yang di bawa akan semakin menyebar, sehingga intensitas bunyi yang di hasilkan semakin lemah. Hal tersebut terlihat dari data dan bentuk grafik, yaitu pada jarak 5 meter, intensitas bunyinya yaitu 88 dB, sedangkan ketika 10meter intensitas bunyi semakin menurun karena jarak jangkauan semakin luas yaitu menjadi 80 dB dan begitupun seterusnya.
5	Astronot tidak dapat men-dengar suara ledakan karena ruang angkasa merupakan ruang hampa, sedangkan gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang me-merlukan medium untuk merambat. Karena ketika berada di ruang angkasa tidak ada udara untuk merambatkan bu-nyi hingga terdengar ke telinga manusia.
6	Untuk meminimalisir terjadinya kebocoran suara, bahan yang dipilih sebaiknya menggunakan busa telur. Hal ini karena busa telur memiliki permukaan yang tebal, lentur dan lembut serta bentuknya memiliki lembah yang dapat menyerap gelombang bunyi dan karena memiliki tekstur yang lembut, tebal dan lentur, maka pemantulan bunyi yang dihasilkan tidak maksimal, sehingga bunyi akan terserap dan hal tersebut akan meminimalisir terjadinya kebocoran suara.

7	Pada pernyataan Bunse, secara tidak langsung menggunakan asumsi bahwa intensitas bunyi hanya dipengaruhi oleh jarak sumber bunyi, sehingga jarak pendengar dengan sumber dianggap sama dan sumber bunyi yang digunakan sama sehingga bunyi yang terdengar akan sama keras. Asumsi tersebut tidak selalu benar, karena walaupun jarak dan kelakson yang digunakan sama, bukan berarti bunyi yang di dengar sama, hal ini dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya dan arah pancaran bunyi (klakson) pada motor. Umumnya posisi klaskon memang sama, namun tidak dengan arah bunyi dari klakson tersebut, selain itu lingkungan sekitar juga mempengaruhi, seperti adanya tembok atau lahan kosong, pepohonan juga akan berpengaruh karena menyebabkan bunyi akan mengalami pemantulan, penyerapan atau penyebaran, sehingga intensitas yang sampai ketelinga pendengar tidak selalu sama.
8	Berdasarkan data dan cerita yang telah di paparkan, pernyataan dari guru tersebut dapat dianggap benar, hal ini karena perbedaan dari kuat bunyi yang diterima oleh murid tersebut disebabkan oleh interferensi gelombang yang berasal dari dua <i>speaker</i> yang terhubung oleh satu sumber yang sama, sehingga memiliki frekuensi yang sama. Gelombang bunyi yang berasal dari dua <i>speaker</i> akan merambat dan pada titik tertentu, gelombang tersebut akan saling memperkuat karena bertemu dalam keadaan sefase atau terjadi interferensi konstruktif sehingga murid akan mendengar suara lebih keras. Pada titik lain, gelombang bunyi akan saling melemahkan karena terjadi pertemuan dua gelombang yang tidak sefase, sehingga bunyi yang terdengar akan lebih lemah atau tidak jelas yang dikenal sebagai interferensi destruktif.

9	Berdasarkan pada pengetahuan yang dimiliki, peristiwa pecahnya kaca jendela tersebut terjadi karena, adanya peristiwa resonansi. Pada hari pertama kaca tidak langsung pecah karena frekuensi yang digunakan belum mencapai frekuensi alami kaca sehingga kaca hanya bergetar. Tetapi, pada saat hari kedua dengan peningkatan intensitas bunyi, memper-besar amplitude getaran yang mengenai kaca. Ketika frekuensi bunyi mendekati atau hampir sama frekuensi alami kaca, maka akan terjadi resonansi yang menyebabkan getaran kaca akan terus meningkat. Ketika akumulasi energi terjadi, maka kaca yang bergetar akan semakin kuat dan menimbulkan retakan-retakan kecil pada kaca, sehingga kaca rumah tersebut akan pecah karena tidak mampu menahan tegangan mekanik yang terjadi.
10	Bunyi akan terdengar dengan jelas oleh telinga manusia ketika intensitas yang digunakan pada rentang yang aman dan nyaman untuk telinga manusia. Pada peristiwa pertama guru berbicara dengan intensitas 15 dB yang berarti bunyi yang digunakan berada dekat dengan ambang pendengaran manusia, sehingga energi bunyi yang sampai ke telinga manusia sangat kecil yang menyebabkan sebagian siswa akan mengalami kesulitan dalam menangkap informasi yang disampaikan karena terdengar kurang jelas. Sedangkan pada peristiwa kedua, guru akan berteriak dengan intensitas sekitar 125 dB yang merupakan bunyi telah melewati ambang nyeri pendengaran manusia. Pada intensitas ini bunyi di respon sebagai rasa tidak aman hingga nyeri untuk pendengaran, sehingga informasi yang dihasilkan tidak dapat diproses dengan baik karena telinga akan melindungi diri karena bunyi terlalu keras. Guru sebaiknya menggunakan suara normal

	dengan intensitas kurang lebih 60 dB agar informasi dapat disampaikan dan di terima dengan baik oleh telinga.
--	---



LAMPIRAN II

HASIL UJI COBA INSTRUMEN



Lampiran 2.1	Data Hasil Uji Coba Keterampilan Berpikir Kritis
Lampiran 2.2	Hasil Analisis IDB dan IKB dari Data Hasil Uji Coba
Lampiran 2.3	Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir dari Hasil Uji Coba
Lampiran 2.4	Hasil Analisis Reliabilitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis
Lampiran 2.5	Rekapitulasi Hasil Analisis Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Lampiran 2. 1 Data Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kritis

[illegible]

No. Respon de n	Skor Perbutir																				Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
37	2	0	2	2	1	0	0	0	2	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	20
38	3	2	2	4	2	2	1	2	3	2	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	31
39	2	1	3	3	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	18
40	2	3	3	2	4	2	3	2	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	25
41	3	0	3	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	24
42	3	3	4	4	4	3	2	3	3	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	34
43	2	0	3	2	3	0	2	0	3	2	3	0	0	1	2	2	1	2	0	3	31
44	3	0	2	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	2	2	0	2	23
45	2	0	3	4	3	0	0	2	2	3	4	0	2	0	2	1	3	0	0	0	31
46	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
47	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	0	2	1	0	0	0	0	35
48	2	2	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	2	0	2	0	0	0	2	0	34
49	2	0	2	0	1	0	0	2	3	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	19
50	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	13
51	3	0	3	4	3	0	0	0	2	3	0	0	3	1	2	1	1	2	2	3	33
52	2	0	2	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	3	22
53	1	0	2	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	15
54	2	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	17
55	1	2	1	3	1	3	2	2	3	3	3	3	0	0	3	2	2	0	0	0	34
56	2	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	17
57	3	2	3	3	3	3	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	28
58	2	0	4	0	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	19
59	3	0	3	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	2	2	0	0	3	23
60	4	3	2	2	4	3	2	2	2	3	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	32
61	3	2	4	3	2	3	2	1	3	4	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	35
62	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3	3	2	0	0	0	17

Lampiran 2. 2 Hasil Analisis Indeks Daya Beda (IDB) dan Inteks Kesukaran Butir (IKB)

1. Analisis Indeks Daya Beda (IDB)

Kelompok atas 27%(17 Responden)

No. Respon de n	Skor Perbutir																				To- tal Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
7	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	49
24	3	2	2	2	1	3	2	2	3	3	1	3	2	3	3	1	3	2	1	3	45
15	3	2	3	4	1	3	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	44
22	2	1	2	2	2	3	2	2	4	3	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	42
25	4	1	0	3	3	2	2	3	4	2	3	2	2	0	2	3	0	3	1	0	40
17	3	0	4	4	3	0	3	2	1	3	2	0	0	0	2	3	2	2	3	2	39
9	2	2	0	3	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	2	3	0	0	0	38
23	2	4	3	3	0	0	3	0	0	4	4	3	2	0	3	2	2	2	0	0	37
5	4	2	3	3	4	3	2	1	4	3	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	36
47	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	0	2	1	0	0	0	0	35
61	3	2	4	3	2	3	2	1	3	4	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	35
13	4	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	2	3	4	3	34
18	0	2	4	3	0	0	0	4	0	3	3	0	3	0	1	2	2	2	3	2	34
42	3	3	4	4	4	3	2	3	3	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	34
48	2	2	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	2	0	2	0	0	0	2	0	34
55	1	2	1	3	1	3	2	2	3	3	3	3	0	0	3	2	2	0	0	0	34
1	3	3	2	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	4	3	3	2	0	33
Jumlah	44	35	42	50	36	35	34	29	35	43	32	28	28	14	35	31	28	25	22	17	

Kelompok Bawah 27% (17 Responden)

No. Respon den	Skor Perbutir																				Tot al Sko r
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
49	2	0	2	0	1	0	0	2	3	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	19
58	2	0	4	0	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	19
30	3	1	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	18
39	2	1	3	3	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	18
10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	2	2	1	2	17
54	2	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	17
56	2	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	17
62	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3	3	2	0	0	0	17

No. Responden	Skor Perbutir																				Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	2	3	0	3	0	0	16
27	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	3	3	0	0	2	2	0	1	0	0	16
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	0	3	3	0	15
53	1	0	2	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	15
29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	4	2	0	14
35	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	2	13
50	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	13
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	0	0	11
36	1	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
jumlah	25	6	3	4	2	9	8	6	8	10	11	5	11	10	9	8	7	11	6	6	
Kriteria IDB	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Sangat	Sangat	Sangat	Sedang	Sangat	Rendah	Rendah	
	0.27941176	0.42647059	0.27941176	0.52941176	0.20588235	0.50980392	0.50980392	0.33823529	0.39705882	0.48529412	0.30882353	0.45098039	0.33333333	0.07843137	0.08823529	0.04411765	0.41176471	0.05882353	0.23529412	0.21568627	

2. Analisis Indeks Kesukaran Butir (IKB)

Kelompok atas 27%(17 Responden)

No. Responden	Skor Perbutir																				Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
7	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	49
24	3	2	2	2	1	3	2	2	3	3	1	3	2	3	3	1	3	2	1	3	45
15	3	2	3	4	1	3	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	44
22	2	1	2	2	2	3	2	2	4	3	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	42
25	4	1	0	3	3	2	2	3	4	2	3	2	2	0	2	3	0	3	1	0	40
17	3	0	4	4	3	0	3	2	1	3	2	0	0	0	2	3	2	2	3	2	39
9	2	2	0	3	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	2	3	0	0	0	38
23	2	4	3	3	0	0	3	0	0	4	4	3	2	0	3	2	2	2	0	0	37
5	4	2	3	3	4	3	2	1	4	3	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	36
47	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	0	2	1	0	0	0	0	35
61	3	2	4	3	2	3	2	1	3	4	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	35
13	4	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	2	3	4	3	34

No. Responden	Skor Perbutir																				Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
18	0	2	4	3	0	0	0	4	0	3	3	0	3	0	1	2	2	2	3	2	34
42	3	3	4	4	4	3	2	3	3	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	34
48	2	2	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	2	0	2	0	0	0	2	0	34
55	1	2	1	3	1	3	2	2	3	3	3	3	0	0	3	2	2	0	0	0	34
1	3	3	2	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	4	3	3	2	0	33
jumlah	44	35	42	50	36	35	34	29	35	43	32	28	28	14	35	31	28	25	22	17	

Kelompok Bawah 27% (17 Responden)

No. Responden	Skor Perbutir																				Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
49	2	0	2	0	1	0	0	2	3	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	19
58	2	0	4	0	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	19
30	3	1	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	18
39	2	1	3	3	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	18
10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	2	2	1	2	17
54	2	0	2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	17
56	2	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	17
62	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3	3	2	0	0	0	17
2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	2	3	0	3	0	0	16
27	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	3	3	0	0	2	2	0	1	0	0	16
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	0	3	3	0	15
53	1	0	2	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	15
29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	4	2	0	14
35	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	2	13
50	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	13
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	0	0	11
36	1	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Jumlah	25	6	23	14	22	9	8	6	8	10	11	5	11	10	29	28	7	21	6	6	
Tkb	0.30147059	0.30147059	0.47794118	0.47058824	0.42647059	0.43137255	0.41176471	0.25735294	0.31617647	0.38970588	0.31617647	0.32352941	0.38235294	0.23529412	0.62745098	0.43382353	0.34313725	0.33823529	0.20588235	0.16911765	

No. Res pon den	Skor Perbutir										Tot al Sko r																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Kriteria	Sukar	Sukar	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar	Sukar		Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar



Lampiran 2. 3 Hasil Analisis Konsistensi Internal Butir

Correlations			Kategori
Soal 1	Pearson Correlation	0,469	Konsisten
	N	62	
Soal 2	Pearson Correlation	0,467	Konsisten
	N	62	
Soal 3	Pearson Correlation	0,344	Konsisten
	N	62	
Soal 4	Pearson Correlation	0,549	Konsisten
	N	62	
Soal 5	Pearson Correlation	0,256	Tidak Konsisten
	N	62	
Soal 6	Pearson Correlation	0,457	Konsisten
	N	62	
Soal 7	Pearson Correlation	0,534	Konsisten
	N	62	
Soal 8	Pearson Correlation	0,523	Konsisten
	N	62	
Soal 9	Pearson Correlation	0,522	Konsisten
	N	62	
Soal 10	Pearson Correlation	0,600	Konsisten
	N	62	
Soal 11	Pearson Correlation	0,356	Konsisten
	N	62	
Soal 12	Pearson Correlation	0,493	Konsisten
	N	62	
Soal 13	Pearson Correlation	0,359	Konsisten
	N	62	
Soal 14	Pearson Correlation	0,218	Tidak Konsisten
	N	62	
Soal 15	Pearson Correlation	0,178	Tidak Konsisten
	N	62	
Soal 16	Pearson Correlation	0,108	Tidak Konsisten
	N	62	
Soal 17	Pearson Correlation	0,466	Konsisten
	N	62	
Soal 18	Pearson Correlation	0,103	Tidak Konsisten
	N	62	
Soal 19	Pearson Correlation	0,373	Konsisten
	N	62	
Soal 120	Pearson Correlation	0,272	Tidak Konsisten
	N	62	

Lampiran 2. 4 Hasil Analisis Reliabilitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	62	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	62	100.0

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

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.693	10

Hasil Uji: 0,693

Kriteria : Reliabel



Lampiran 2. 5 Rekapitulasi Hasil Uji Analisis Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir kritis

No	Indeks Daya Beda		Indeks Kesukaran Butir		Konsistensi Internal Butir (>0,30)		Keputusan
	d_{hitung}	Kriteria	I_{hitung}	Kriteria	r_{hitung}	Kriteria	
1	0,278	Rendah	0,301	Sukar	0,469	Konsisten	Digunakan
2	0,426	Sedang	0,301	Sukar	0,467	Konsisten	Tidak Digunakan
3	0,279	Rendah	0,477	Sedang	0,344	Konsisten	Digunakan
4	0,529	Sedang	0,470	Sedang	0,549	Konsisten	Digunakan
5	0,205	Rendah	0,426	Sedang	0,256	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
6	0,509	Sedang	0,431	Sedang	0,457	Konsisten	Tidak Digunakan
7	0,509	Sedang	0,411	Sedang	0,534	Konsisten	Tidak Digunakan
8	0,338	Rendah	0,257	Sukar	0,523	Konsisten	Digunakan
9	0,397	Rendah	0,316	Sukar	0,522	Konsisten	Digunakan
10	0,485	Sedang	0,389	Sukar	0,600	Konsisten	Digunakan
11	0,308	Rendah	0,316	Sukar	0,356	Konsisten	Digunakan
12	0,450	Sedang	0,323	Sukar	0,493	Konsisten	Digunakan
13	0,333	Rendah	0,382	Sukar	0,359	Konsisten	Digunakan
14	0,078	Sangat Rendah	0,235	Sukar	0,218	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
15	0,088	Sangat Rendah	0,627	Mudah	0,178	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
16	0,044	Sangat Rendah	0,433	Sedang	0,108	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
17	0,411	Sedang	0,343	Sukar	0,466	Konsisten	Tidak Digunakan
18	0,058	Sangat Rendah	0,338	Sukar	0,103	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
19	0,235	Rendah	0,205	Sukar	0,373	Konsisten	Digunakan
20	0,215	Rendah	0,169	Sangat Sukar	0,272	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan

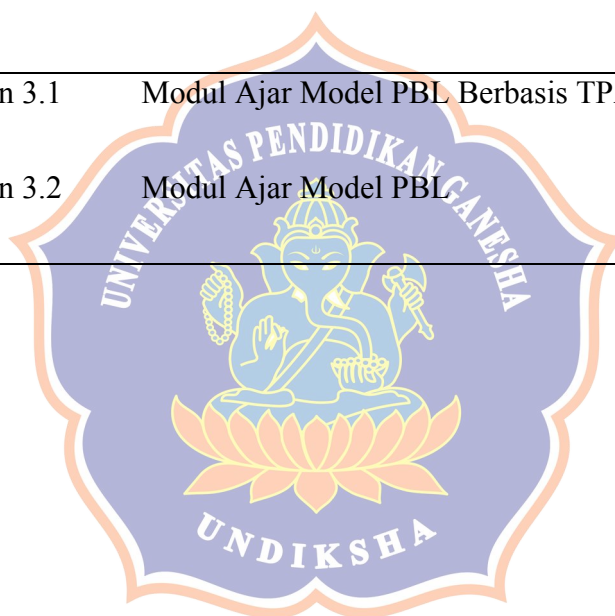
LAMPIRAN III

PERANGKAT PEMBELAJARAN



Lampiran 3.1 Modul Ajar Model PBL Berbasis TPACK

Lampiran 3.2 Modul Ajar Model PBL

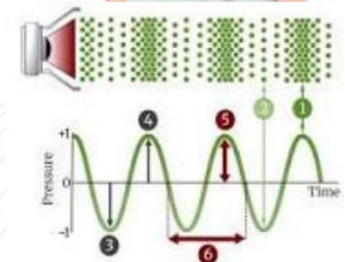


Lampiran 3. 1 Modul Ajar Model PBL Berbasis TPACK

Merdeka
Mengajar

MODUL AJAR GELOMBANG BUNYI

Model Problem Based Learning
Berbasis **TPACK**



Disusun oleh:

Ni Made Meriantari

Siswa SMA/MA
Kelas XI



Mata Pelajaran:
Fisika

Tahun
Penyusunan
2026

PERENCANAAN PEMBELAJARAN MENDALAM

IPA FASE F

A. Identitas modul

Nama Sekolah	: SMA Negeri 1 Seririt
Penulis	: Ni Made Meriantari
Mata Pelajaran	: FISIKA
Fase/Kelas	: F/XI
Materi	: Gelombang Bunyi
Alokasi Waktu	: 13×1 (38 menit) <i>JP</i>

B. Identifikasi

Kesiapan Siswa

Sebelum mempelajari materi gelombang bunyi, siswa diharapkan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai getaran dan gelombang, kalsifikasi gelombang, dan prinsip gelombang. Pengetahuan awal siswa akan sangat beragam, ada siswa yang telah mengetahui definisi dan konsep gelombang bunyi melalui video, buku serta informasi dari orang lain.

Karaktersitik Materi Pembelajaran

Materi Gelombang bunyi merupakan teori yang menggabungkan antara konsep fisika dan matematika. Hal ini tercermin dalam penentuan arah serta nilai dalam sebuah fenomena sehari-hari. Dalam memahami materi gelombang bunyi, siswa perlu memahami prinsip gelombang untuk memahami bagaimana perambatan gelombang yang terjadi pada gelombang bunyi.

Dimensi Profil Lulusan

- Keimanan dan Ketakwaan terhadap tuhan YME
Dimensi ini terlaksana saat siswa mengawali dan mengakhiri pembelajaran dengan doa, hal ini juga mendukung tumbuhnya rasa syukur atas kehidupan serta anugrah yang diberikan oleh tuhan.
- Penalaran Kritis

Pada pelaksanaan proses pembelajaran, siswa dapat menganalisis bagaimana proses perambatan gelombang bunyi terjadi, mampu menganalisis bagaimana peng-aplikasian gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

- Kolaborasi

Hal ini diharapkan dapat tercermin dalam proses pembelajaran, ketika siswa mampu bekerja sama dengan teman sebangku dalam diskusi, pemecahan masalah, serta mempresentasikan hasil penyelidikan yang telah diperoleh bersama.

C. Pertanyaan Pemantik

1. Sekarang kita sedang berkomunikasi, apakah kalian mendengar suara saya? Kenapa kalian bisa mendengar suara saya?
2. Apakah kalian pernah meletakkan telinga di atas meja dan memukul meja tersebut? apa yang terjadi?
3. Jika kalian berenang dan iseng berteriak di dalam air apakah suara kalian akan terdengar?
4. Apakah kalian pernah bermain gitar? Kenapa suara petikan yang di hasilkan oleh senar berbeda-beda?
5. Jika kalian seorang astronot dan berada di luar angkasa, apakah kalian dapat berkomunikasi tanpa menggunakan alat dan berbicara seperti biasa seperti ini?
6. Apakah kalian pernah mendengar suara *sirine ambulance*? atau mobil polisi? Bagaimana kalian mendengarnya ketika mobil tersebut berada pada jarak yang jauh dan jarak yang dekat?
7. Pernah meniup botol kaca? Kalau ditiup semakin kuat apa yang terjadi?

D. Desain Pembelajaran

Capaian Pembelajaran

Siswa mampu menganalisis gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menganalisis konsep cepat rambat gelombang bunyi pada medium yang berbeda-beda.
2. Siswa mampu menganalisis konsep beberapa sumber bunyi baik pada dawai maupun pada pipa organa.
3. Siswa mampu menganalisis konsep Efek Doppler
4. Siswa mampu menganalisis konsep fenomena-fenomena dalam gelombang bunyi.

Praktik Pedagogis

- a. Model pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran gelombang bunyi ini yaitu *Problem Based Learning* berbasis TPACK.
- b. Metode yang digunakan adalah diskusi kelompok, pembelajaran mandiri, tanya jawab.
- c. Pendekatan yang digunakan: pembelajaran mendalam.

Kemitraan Pembelajaran

- **Orang tua:** memberikan izin dan dukungan jika ada pengamatan di lingkungan sekitar
- **Masyarakat sekitar:** menjadi tokoh interaksi sosial yang nyata
- **Teman sebaya:** menjadi mitra diskusi dan kolaborasi dalam lingkungan sekolah.

Lingkungan pembelajaran

Lingkungan pembelajaran melibatkan:

- a. lingkungan fisik seperti ruang kelas, halaman sekolah, perpustakaan.
- b. lingkungan virtual: Canva, Barkode, PhET
- c. pembelajaran terdapat budaya belajar yang memberikan kesempatan pada siswa untuk berperan aktif selama proses pembelajaran berlangsung, siswa dapat berperan aktif dan dapat menyampaikan aspirasi atau pendapatnya. Lingkungan pembelajaran diharapkan mampu memberikan lingkungan yang aman dan nyaman bagi siswa.

Pemanfaatan digital

- Presentasi menggunakan **Canva** untuk mempermudah penyampaian materi dari guru ke Siswa. Selain itu, penggunaan Canva mampu membuat pembelajaran lebih menarik.
- **PhET**, untuk menjelaskan perambatan gelombang, interferensi.
- **Barkode**, untuk mengakses LKPD.

E. Kegiatan Pembelajaran

PERTEMUAN 1 (3 JP (3 × 38 menit)

Pendahuluan (60 Menit)

- Guru menyapa siswa
- Guru meminta ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran.
- Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar.
- Guru mengecek kehadiran siswa
- Guru melakukan asesmen awal dengan tes kognitif awal siswa selama 60 menit.
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.
- Meminta siswa *scan* LKPD.

Kegiatan Inti (50)

Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Memahami

Sintaks	Guru	Siswa
Orientasi pada masalah (bermakna) (menit)	Guru menampilkan sebuah foto. “oke sekarang coba perhatikan PPT di depan”. Guru menampilkan video mengenai fenomena yang berkaitan dengan cepat rambat bunyi pada medium link: https://vt.tiktok.com/ZSmuk2yvj • Guru memberikan pertanyaan pemantik yang digunakan.	• Siswa menjawab pertanyaan guru sesuai yang di ketahui. • Siswa memberikan jawaban sesuai analisis yang telah diamati.

	Guru menyampaikan bahwa kita akan belajar hal-hal yang berkaitan dengan perambatan bunyi pada medium padat.	
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasikan		
Mengorganisasikan Siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (8 menit)	- Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. - Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. - Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. - Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi dengan teman kelompok untuk membuat rumusan masalah, hipotesis.	- Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. - Siswa menyimak penyampaian guru. - Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis
Melakukan penyelidikan secara individu maupun kelompok (Berkesadaran, Bermakna) (10 menit)	- Guru berkeliling memantau siswa dan membantu siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan LKPD. - Guru mengarahkan siswa mengumpulkan data melalui video animasi, video animasi, <i>e-book</i>, dan informasi di internet.	- Siswa mengerjakan LKPD. - Siswa mengumpulkan informasi baik dari buku, <i>e-book</i>, video animasi, informasi di internet maupun bertanya secara langsung kepada guru ketika mengalami masalah.

		• Siswa menganalisis hasil data yang telah di peroleh. • Siswa menyimpulkan hasil yang telah diperoleh.
Menyajikan hasil (Bermakna dan Berkesadaran) (22 menit)	• Guru meminta Siswa menyajikan hasil yang telah diperoleh melalui Canva. • Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi. • Guru memberikan penekanan konsep pada perambatan bunyi dengan menjelaskan menggunakan video pembelajaran link: https://youtube.com/shorts/GnAvquGBmnY?si=PMJV5kDhzkg5ynv3.	• Siswa menyajikan hasil yang telah di peroleh melalui Canva • Siswa menanggapi penyajian hasil dari kelompok lain. • Siswa mrnyimak penjelasan guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Refleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi (Berkesadaran) (3 menit)	• Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kendala dan kelebihan alami pembelajaran.	• Siswa menyampaikan kendala yang dialami selama pembelajaran
Penutup (6 menit)	• Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan. • Guru memberikan tugas merangkum materi untuk pertemuan berikutnya.	

	• Guru menyampaikan pembelajaran dipertemuan berikutnya. • Guru memberikan apresiasi kepada siswa. • Guru meminta meminta siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai • Guru menutup pembelajaran dengan doa.	
PERTEMUAN 2 (2 JP (2× 38)		
Pendahuluan (10 Menit)		
• Guru menyapa siswa dengan ucapan “selamat siang”. • Guru meminta ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. • Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. • Guru mengecek kehadiran siswa.		
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Memahami		
• Guru memberikan pertanyaan yang mengarah pada materi di pertemuan sebelumnya seperti “ada yang ingat materi kita minggu lalu?” • Siswa akan menjawab iya/ tidak. • Guru bertanya “Pernah nonton kartun tentang cerita luar angkasa? Bagaimana cara astronot berkomunikasi?” “jika astronot berkomunikasi tanpa alat apakah bisa? kenapa?” • Guru bertanya “ada yang ingat sekarang kita belajar apa? Seperti yang saya sampaikan minggu lalu?” • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. • Guru mengarahkan siswa untuk scan LKPD. • Guru menjelaskan alur pembelajaran.		
Kegiatan Inti (60 menit)		
Sintaks	Guru	Siswa
Orientasi pada masalah (bermakna) (8 menit)	• Guru menampilkan video mengenai fenomena yang berkaitan dengan cepat rambat	• Siswa menjawab pertanyaan guru

	bunyi pada berbagai medium cair dan gas Cair link: https://vt.tiktok.com/ZSmuhtaQn/ Gas link: https://vt.tiktok.com/ZSmuk2yvj • Guru memberikan pertanyaan pemantik. • Guru menyampaikan bahwa kita akan belajar mengenai perambatan bunyi pada medium cair dan gas.	sesuai yang di ketahui. • Siswa memberikan jawaban sesuai analisis yang telah diamati.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasikan		
Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (8 menit)	• Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. • Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. • Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi dengan teman kelompok untuk membuat rumusan masalah, hipotesis.	• Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. • Siswa menyimak penyampaian guru. • Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis
Melakukan penyelidikan secara	• Guru berkeliling memantau siswa dan membantu siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan LKPD.	• Siswa mengerjakan LKPD.

individu maupun kelompok (Berkesadaran, Bermakna) (10 menit)	Guru mengarahkan Siswa mengumpulkan data melalui video animasi, video animasi, <i>e-book</i>, dan informasi di internet.	- Siswa mengumpulkan informasi baik dari buku, <i>e-book</i>, video animasi, informasi di internet maupun bertanya secara langsung kepada guru ketika mengalami masalah. - Siswa menganalisis hasil data yang telah di peroleh. - Siswa menyimpulkan hasil yang telah diperoleh.
Menyajikan hasil (Bermakna dan Berkesadaran) (25 menit)	- Guru meminta Siswa menyajikan hasil yang telah diperoleh melalui Canva. - Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi. - Guru memberikan penekanan konsep pada perambatan bunyi dengan menjelaskan menggunakan video pembelajaran. simulasi PhET link:	- Siswa menyajikan hasil yang telah diperoleh melalui Canva - Siswa menanggapi penyajian hasil dari kelompok lain.

	https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_all.html untuk partikel pada perambatan energi bunyi untuk memperdalam pemahaman siswa mengenai perambatan pada bunyi.	Siswa mrnyimak penjelasan guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Refleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi (Berkesadaran) (6 menit)	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kendala dan kelebihan alami pembelajaran.	Siswa menyampaikan kendala yang dialami selama pembelajaran
Penutup (9 menit)	- Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kesimpulan. - Guru memberikan apresiasi. - Guru memberikan tugas merangkum materi untuk pertemuan berikutnya. - Guru menyampaikan pembelajaran dipertemuan berikutnya. - Guru meminta meminta siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai - Guru menutup pembelajaran dengan Doa.	
PERTEMUAN 3 (3 JP (3× 38)		
Pendahuluan (10 Menit)		
- Guru menyapa siswa dengan ucapan “selamat siang”. - Guru meminta ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. - Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. - Guru mengecek kehadiran siswa.		

Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Memahami		
• Guru memberikan pertanyaan yang berkaitan dengan materi pada pertemuan sebelumnya. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. • Guru mengarahkan siswa untuk <i>scan</i> LKPD. • Guru menjelaskan alur pembelajaran.		
Kegiatan Inti (95 menit)		
Sintaks	Guru	Siswa
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasi		
Orientasi pada masalah (bermakna) (10 menit)	• Guru menyajikan video mengenai peristiwa yang berkaitan dengan sumber bunyi pada link pada dawai: https://vt.tiktok.com/ZSmuP4eNQ/ Pipa organa tertutup: https://vt.tiktok.com/ZSmuf4PyG/ Pipa organa terbuka: https://vt.tiktok.com/ZSmua8EDq/	• Siswa menganalisis dan menjawab pertanyaan guru • Siswa menyampaikan jawaban secara lisan.
Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (10 menit)	• Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. • Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. • Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi dengan teman kelompok untuk	• Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. • Siswa menyimak penyampaian guru. • Siswa berdiskusi membuat

	membuat rumusan masalah, hipotesis.	rumusan masalah dan hipotesis
Penyelidikan (Berkesadaran) (20 menit)	- Guru memantau dan mendampingi siswa dalam berdiskusi menyelesaikan LKPD. - Guru mengarahkan siswa untuk melakukan penyelidikan melalui video, <i>e-book</i> dan informasi dari internet.	Siswa menjawab LKPD dengan membuka berbagai sumber dari berbagai sumber seperti, video animasi, <i>e-book</i> dan informasi dari internet.
Menyajikan hasil (Bermakna dan Berkesadaran) (50 menit)	- Guru mendampingi Siswa dalam menyajikan hasil yang di peroleh. - Guru memberikan kesempatan kepada siswa lain untuk menanggapi. - Guru memberikan penekanan konsep terhadap materi sumber bunyi melalui Canva.	- Siswa menyajikan hasil yang telah diperoleh secara berkelompok. - Siswa menanggapi penyajian dari kelompok lain - Siswa mencatat penekanan konsep yang disampaikan oleh guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Merefleksi		

Menganalisis dan mengevaluasi (Berkesadaran dan bermakna) (5 menit)	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kendala dan kelebihan alami pembelajaran.	Siswa menyampaikan kendala dan kesan pembelajaran hari ini.
Penutup (9 menit)		
- Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kesimpulan. - Guru memberikan apresiasi. - Guru memberikan latihan soal di rumah. - Guru menyampaikan pembelajaran dipertemuan berikutnya. - Guru meminta siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai - Guru menutup pembelajaran dengan Doa.		
PERTEMUAN KE 4 (3 JP (3 × 38 menit)		
Pembuka (10 menit)		
- Guru menyapa siswa dengan salam. - Guru memberikan kesempatan kepada ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. - Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. - Guru mengecek kehadiran siswa. - Guru memberikan pertanyaan pemantik mengenai materi pembelajaran di pertemuan terakhir. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. - Guru mengarahkan siswa untuk <i>scan</i> LKPD. - Guru menjelaskan alur pembelajaran		
Kegiatan Inti (100 menit)		
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasi		

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
Orientasi pada masalah (bermakna) (10 menit)	- Guru menampilkan video kaca pecah akibat <i>sound horeg</i>, pada link: https://vt.tiktok.com/ZSmufSJ9Q/ sebagai peristiwa resonansi. - Efek Doppler dengan video ambulans link: https://vt.tiktok.com/ZSmufjVSY/ - Guru memberikan grafik intensitas dan taraf bunyi.	- Siswa menyimak video. - Siswa mulai memproses peristiwa pada video dengan mulai.
Mengorganisasikan Siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (8 menit)	- Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. - Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. - Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. - Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi dengan teman kelompok untuk membuat rumusan masalah, hipotesis.	- Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. - Siswa menyimak penyampaian guru. - Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis
Penyelidikan (Berkesadaran) (30 menit)	Guru memantau siswa dan mendampingi siswa dalam mengumpulkan data informasi untuk menyelesaikan LKPD.	Menjawab LKPD dengan membuka berbagai

		sumber seperti, Video Animasi, <i>e-book</i> maupun informasi di internet. • Siswa berdiskusi untuk menemukan jawaban dan menjawab LKPD.
Menyajikan hasil (Bermakna dan Berkesadaran) (50 menit)	• Guru mendampingi siswa dalam menyajikan hasil yang diperoleh. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa dari kelompok lain untuk menanggapi. • Guru memberikan penekanan konsep melalui penjelasan materi menggunakan Canva.	• Siswa menyajikan hasil yang telah di peroleh secara berkelompok melalui canva. • Siswa menanggapi penyajian dari kelompok lain • Siswa mencatat penekanan konsep yang disampaikan oleh guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Merefleksi		

Menganalisis dan mengevaluasi (Berkesadaran dan bermakna) (8 menit)	Guru meminta siswa untuk menyampaikan kendala dan kelebihan alami pembelajaran.	Siswa menyampaikan kendala dan kesan pembelajaran hari ini
Penutup		
- Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan. - Guru memberikan latihan soal di rumah. - Guru menyampaikan pembelajaran dipertemuan berikutnya. - Guru meminta siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai. - Menutup pembelajaran dengan Doa.		
PERTEMUAN KE 5 (2 JP)		
Posttest selama 60 menit		

F. Asesmen

Asesmen keterampilan berpikir kritis dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung melalui pengerjaan LKPD dan beberapa soal. Penilaian sikap dan keterampilan dilaksanakan selama proses pembelajaran berlangsung. Instrumen penilaian terlampir pada Lampiran 3.

G. Sumber Belajar

- Fisika Dasar
- Fisika kelas XI kurikulum merdeka

H. Refleksi Guru

- Apakah saya mengelola waktu dengan baik?
- Apakah siswa mampu memahami materi yang telah saya sampaikan?
- Apakah saya mampu mengkoordinir suasana kelas agar tetap kondusif, nyaman dan menyenangkan?

- Bagaimana interaksi antar siswa selama proses pembelajaran? Apakah aktif?

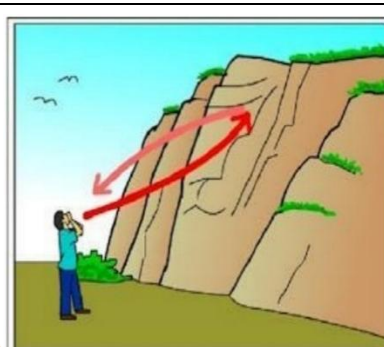
I. Lampiran

Lampiran 1. Materi Gelombang bunyi

1. Sifat Sifat Bunyi

Refleksi (dipantulkan)

Gelombang bunyi akan mengalami pemantulan ketika mengenai permukaan yang keras seperti batu, tembok, peralatan rumah yang keras dan sebagainya. Pemantulan tersebut menghasilkan gema atau gaung. Ketika gelombang bunyi mengenai permukaan yang lunak seperti kain maka bunyi tidak akan terpantul secara maksimal.



Sumber: <https://www.pustakapengetahuan.com>

Refraksi (dibiaskan)

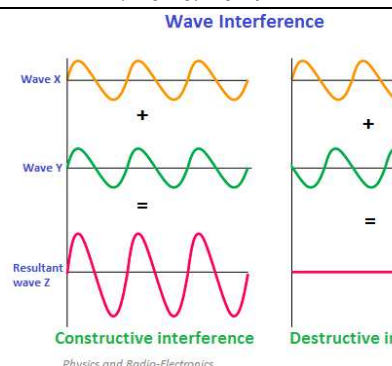
Gelombang bunyi dapat mengalami pembelokan bunyi saat merambat melalui dua medium yang memiliki kerapatan yang berbeda.



Sumber: <https://www.aisyahnestria.com/2020/10html>

Interferensi

Interferensi merupakan peristiwa berpadunya dua buah gelombang atau lebih yang sefase dan menghasilkan bunyi yang saling menguatkan (konstruktif) dan suara saling menghilangkan (desktruktif).



Sumber: <https://www.physics-and-radio->

	electronics.com/physics/waveinterference.html
Difraksi (pembelokan/pelenturan) Gelombang bunyi dapat mengalami pembelaokan ketika merambat dan melalui celah sempit, hal ini menyebabkan bunyi tetap terdengar meskipun pendengar sedang berada di ruangan yang berbeda.	 Sumber: https://sainsmania.com

2. Cepat Rambat Gelombang

Seperti yang diketahui bahwa gelombang merupakan getaran yang merambat. Getaran yang merambat tersebut merambawa energi dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Bunyi hanya dapat merambat melalui medium, medium yang di maksud adalah medium padat, cair dan gas. Gelombang bunyi bergantung pada medium rambatnya, cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

- Kerapatan partikel medium yang dilalui oleh bunyi. Semakin rapat susunan partikel pada suatu medium, maka semakin cepat bunyi tersebut akan merambat, sehingga bunyi paling cepat merambat pada zat padat karena memiliki partikel penyusun yang saling berdekatan dan terikat kuat.
- Suhu medium, semakin panas suhu pada suatu medium yang dilalui, maka semakin cepat bunyi tersebut akan merambat.

Cepat rambat bunyi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$V = \lambda \cdot f$$

Artinya, hasil kali panjang gelombang dan frekuensi akan sama dengan cepat rambat gelombangnya.

Tabel 1. Cepat Rambat Bunyi pada beberpa Medium

Medium	Kecepatan Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (100°C)	386

Air	1490
Air Laut	1530
Alauminium	5100
Besi	5130

a. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium Padat

Zat padat mengandung partikel yang terusun sangat rapat dan terikat kuat satu sama lain, sehingga getaran antar partikel dapat merambat dengan sangat cepat.

Cepat rambat gbunyi pada zat padat bergantung pada dua sifat utama:

- Modulus Young atau ukuran elastisitas atau kekakuan zat padat.
- Massa jenis atau massa persatuan volume zat.

Secara matematis, cepat rambat gelombang pada benda padat dihitung dengan akar

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

Keterangan:

E = modulus Young (N/m^2)

ρ =massa jenis bahan (kg/m^3)

Semakin besar modulus Young dan semakin kecil massa jenisnya, maka bunyi akan semakin cepat merambat.



Latihan Soal

Batang A dan Batang B memiliki massa jenis yang sama $=7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ tetapi modulus young berbeda yaitu $2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$ dan $4,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$. Berpakah cepat rambat bunyi pada kedua batang tersebut? dan bagaimana penjelasan secara konsep yang dapat di ambil dari hasil yang telah diperoleh?

Jawab:

Dik:

$$\rho = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$E \text{ batang A} = 2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$E \text{ batang B} = 4,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

Dit:

$$v_a = \dots \dots \dots ?$$

$$v_b = \dots \dots \dots ?$$

Bagaimana penjelasan secara konsep berdasarkan hasil yang diperoleh?

Batang A

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

$$v = \sqrt{\frac{2,0 \times 10^{11}}{7,8 \times 10^3}}$$

$$v = \sqrt{0,256 \times 10^4}$$

$$v = 5,06 \times 10^4 \text{ m/s}$$

Batang B

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

$$v = \sqrt{\frac{4,0 \times 10^{11}}{7,8 \times 10^3}}$$

$$v = \sqrt{0,513 \times 10^4}$$

$$v = 7,16 \times 10^4 \text{ m/s}$$

Dari hasil perhitungan yang diperoleh, batang B memiliki cepat rambat yang lebih besar dari pada batang A, hal ini terjadi karena kedua batang memiliki massa jenis yang sama, namun batang B memiliki Modulus Young yang lebih besar, sehingga perambatan bunyi yang terjadi lebih cepat karena kekakuan bahan akan mempercepat transmisi getaran.



Contoh Peristiwa

Pernahkan anda menjejerkan 2-3 meja dan meletakkan telinga di salah ujungnya dan ujung satunya teman anda memukul meja tersebut? itulah salah satu contoh sederhana dari cepat rambat pada medium padat dalam kehidupan. Ketika meja di pukul, energi mekanik dari pukulan menyebabkan titik pukul pada meja akan bergetar. Getaran tersebut merambat bukan sebagai bukan materi melainkan energi yang merambat dalam bentuk gelombang longitudinal (perambatannya sejajar dengan arah rambatnya).



Ayo Berlatih



Bisakah anda memberikan salah satu contoh dari cepat rambat bunyi pada medium padat dalam kehidupan sehari-hari dan menjelaskan secara konsep bagaimana hal tersebut terjadi hingga proses bunyi sampai pada pendengar?

b. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium cair

Pada zat cair, partikel-partikel yang tersusun di dalamnya lebih longgar dari pada zat padat, sehingga perambatan bunyi yang terjadi menjadi lebih lambat. Cepat rambat bunyi dalam zat cair di tentukan oleh dua sifat berikut:

- Modulus Bulk (B) merupakan ukuran ketahanan suatu zat cair terhadap perubahan volume akibat tekanan yang terjadi.
- Massa Jenis (ρ) atau massa persatuan volume zat.

Rumus cepat rambat bunyi dalam cairan yaitu:

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

Modulus Bulk menunjukkan seberapa mudah zat cair terkompresi. Ketika suatu zat cair tidak mudah terkompresi, maka gelombang bunyi akan lebih cepat merambat.



Pernahkah Anda ?

Perambatan bunyi dalam medium cair salah satu contohnya yang dapat kita amati melalui sebuah film yaitu ketika dua orang jatuh kedalam air, dan salah satu berteriak “tolongggggg”, satu orang lainnya akan mendengar suara tersebut namun tidak terlalu keras.



🔍 Analisis peristiwa yuk! 🚀

Ketika salah satu orang tersebut berteriak, suara teriak berasal dari pita suara yang bergetar dan getaran tersebut diteruskan ke air sebagai medium. Partikel-partikel yang bergetar dan saling menekan hingga membentuk rapatan dan renggangan seperti perambatan dalam gelombang longitudinal. Akibatnya, bunyi dapat merambat lebih cepat dibandingkan di udara, namun hal yang perlu di perhatikan adalah **gelombang bunyi yang cepat merambat bukan berarti bunyi yang terdengar akan lebih keras**. Pada peristiwa ini, sebagian bunyi tidak diteruskan secara maksimal ke sistem pendengaran karena adanya perbedaan medium

impedansi akustik (tingkat kesulitan gelombang bunyi dalam merambat dan meneruskan energinya). Air memiliki tingkat kesulitan dalam merambatkan bunyi lebih tinggi dibandingkan udara yang ada di dalam telinga manusia. Hal ini menyebabkan sebagian besar energi akan di pantulkan kembali ke air dan hanya Sebagian kecil yang mampi di teruskan ke gendang telinga. Selain karena faktor tersebut, telinga manusia juga dirancang untuk menerima getaran lebih efektof dari udara bukan air, sehingga bunyi yang tersampaikan ke telinga tidak cukup kuat dan terdengar lemah.



Ayo Berlatih

Bisakah anda memberikan salah satu contoh dari cepat rambat bunyi pada medium cair dalam kehidupan sehari-hari dan menjelaskan secara konsep bagaimana hal tersebut terjadi hingga proses bunyi sampai pada pendengar?

c. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium udara

Partikel-partikel gas tersusun dengan jarak yang sangat jauh dibandingkan ukuran partikelnya, sehingga perambatan bunyi terjadi sangat lambat. Pada gas, kecepatan molekul dipengaruhi tidak hanya dipengaruhi oleh massa jenis, tetapi sangat dipengaruhi juga oleh:

- Suhu gas, semakin tinggi suhu, maka semakin cepat molekul bergerak, sehingga bunyi akan semakin cepat untuk dirambatkan.
- Jenis gas, gas ringan seperti hydrogen atau helium memiliki kecepatan rambat bunyi yang lebih tinggi dibandingkan gas berat seperti oksigen dan karmon dioksida.

Adapun modulus Bulk pada udara yang bergantung pada tekanan dan keadaan adiabatiknya yang paparkan pada persamaan berikut:

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

Keterangan

v	Cepat rambat bunyi (m/s)
γ	Tetapan Laplace
R	Tetapan gas ideal = 8,314 J/mol K
T	Suhu (K)
M	Massa molekul relatif (g/mol)

1. Sumber Bunyi

Bunyi yang terdengar dalam kehidupan sehari-hari berasal dari sebuah getaran. Ketika benda bergetar, dan getaran tersebut menyebabkan partikel-partikel di sekitarnya juga ikut bergetar hingga mengakibatkan perambatan energi. Energi tersebut dirambatkan dalam bentuk gelombang longitudinal, dan gelombang ini dikenal sebagai gelombang bunyi.

Bunyi bersumber dari benda yang bergetar secara periodik, contohnya yaitu senar gitar yang di petik, drum yang di pukul, pita suara yang bergetar dan lain sebagainya.

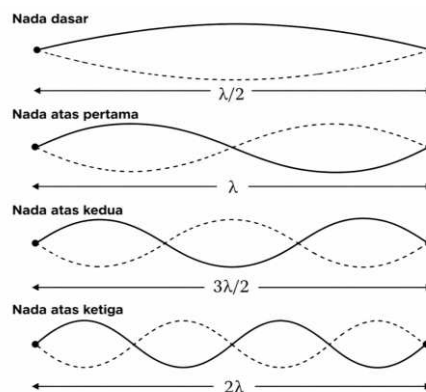
Ketika benda tersebut bergetar, molekul-molekul disekitarnya akan ikut bergetar dalam arah yang sejajar dengan arah rambatnya. Dalam kehidupan, salah satu molekul yang kita tinjau yaitu udara, partikel udara akan mengalami rapat dan regangan secara bergantian sehingga gelombang bunyi akan bergerak merambat hingga ke telinga manusia.

Ketika benda tersebut bergetar, molekul-molekul disekitarnya akan ikut bergetar dalam arah yang sejajar dengan arah rambatnya. Dalam kehidupan, salah satu molekul yang kita tinjau yaitu udara, partikel udara akan mengalami rapat dan regangan secara bergantian sehingga gelombang bunyi akan bergerak merambat hingga ke telinga manusia.

- **Sumber bunyi dawai**

Ketika sebuah gitar dipetik senarnya/dawai, maka petikan tersebut akan menghasilkan

gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil dari superposisi gelombang. Bunyi akan sampai ke telinga ketika frekuensi yang dihasilkan pada petikan dawai/senar akan beresonansi dengan udara di sekitarnya dan merambat hingga sampai pada telinga.



Gambar 1 Pola Gelombang Stasioner pada Dawai
Sumber: Alvius Tinambunan/Kemendikbudristek (2022)

Nada dasar yaitu nada dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$, nada atas pertama yaitu nada dengan panjang gelombang 1λ , dan pola tersebut akan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$.

Besar frekuensi pada nada ke- n (f_n) pada dawai dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{n}{2L}v$$

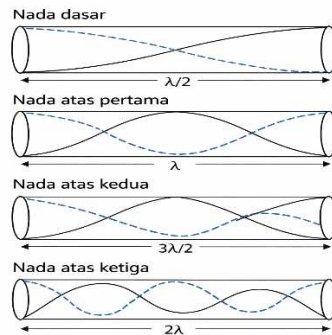
Keterangan:

- f : Frekuensi (Hz)
- v : Cepat rambat gelombang bunyi (m/s)
- λ_n : Panjang gelombang bunyi ke- n (m)
- L : Panjang dawai(m)
- n : 1,2,3....

• Sumber bunyi pipa organa

Sumber bunyi pipa organa pada kehidupan nyata contohnya yaitu seruling, terompet dan alat musik tiup lainnya yang memanfaatkan kolom udara yang ditiup sehingga udara yang bergetar menghasilkan suara yang teratur dan kolom dari tempat udara yang bergetar tersebut di sebut dengan pipa organa. Pipa organa dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Pipa Organa Terbuka



Gambar 2 Pola Gambar stationer pada pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka merupakan bentuk dari sebuah pipa yang memiliki kolong udara terbuka pada kedua ujungnya seperti gambar di samping. Frekuensi pada pipa organa di mulai dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$ dan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$. Sehingga untuk penentuan frekuensi ke-n dapat ditentukan dengan rumus besar frekuensi pada dawai. Contoh dari pipa organ terbuka adalah seruling bambu, terompet, serunai dan alat musik tiup lainnya yang memiliki bentuk kolongterbuka pada kedua sisinya. Pada gambar di samping, terlihat bahwa pola yang terbentuk di dalam pipa yaitu simpul dan perut gelombang, namun pada ujung terbuka terjadi perut gelombang, karena partikel udaranya bebas berisolasi sedangkan simpul terbentuk di tengah-tengah tabung untuk nada dasarnya.



Gambar 3 Seruling Bambu



Gambar 4 Terompet

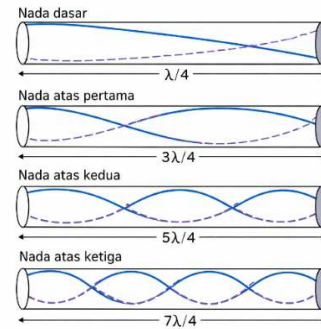


Gambar 5 Serunai

b. Pipa Organa Tertutup

Pipa organa tertutup merupakan tabung yang memiliki satu ujung terbuka dan satu ujung tertutup. Gambar 6. Di samping merupakan gambaran pipa organa tertutup dengan hubungan panjang gelombang dan panjang kolom. Dalam pipa ini, simpul gelombang yang terbentuk di ujung yang tertutup karena tidak ada Gerakan udara pada titik itu, dan perut gelombang terbentuk di ujung terbuka.

Pola gelombang yang terbentuk menyebabkan frekuensi-frekuensi resonansi yang hanya terjadi pada nada-nada ganjil dari frekuensi dasarnya, yaitu:



Gambar 6 Pola gelombang stasioner pada pips stationer
Sumber: Alvius Tinambunan/Kemen dikbudristek (2022)

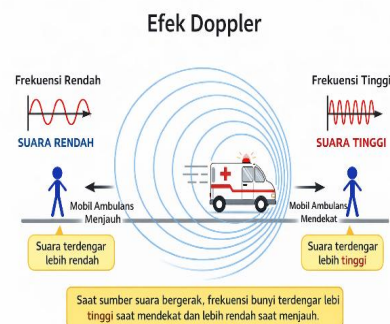
$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L}$$

Untuk $n=0,1,2,\dots$

Artinya pipa organa tertutup tidak memiliki harmonic yang genap dan menghasilkan spektrum bunyi yang berbeda dari pipa organa terbuka.

2. Efek Doppler

Efek Doppler ditemukan oleh fisikawan asal Austria yang bernama Cristian Johan Doppler pada tahun 1842. Efek Doppler ini menjelaskan mengenai fenomena yang berkaitan dengan pergerakan sumber bunyi terhadap pendengarnya yang bersifat relative satu sama lain, karena relative terhadap pendengar, hal ini menyebabkan frekuensi yang di dengar oleh pendengar berbeda dari frekuensi yang di hasilkan oleh sumber bunyi.



Gambar 7. Efek Doppler pada dua pengamat
Sumber : Alvius Tinambunan/Kemendikbudristek (2022)

Efek Dopler berlaku juga untuk gelombang elektromagnetik seperti cahaya dan radio. Peristiwa ini memiliki aplikasi penting pada berbagai bidang seperti radar, astronomi, pencitraan medis dan lainnya. Pada peristiwa Efek Dopler tidak hanya dipengaruhi oleh kuat lemahnya bunyi atau intensitas, namun dipengaruhi juga oleh perubahan frekuensi yang diterima oleh pendengar

Contoh peristiwa Efek Dopler dalam kehidupan yaitu ketika sebuah *ambulance* melintas di depan rumah kita. Ketika mobil *ambulance* bergerak dari arah selatan dengan jarak 150 meter sebelum melintas depan rumah kita, suara sirinenya akan terdengar lemah, namun ketika jarak *ambulance* tersebut semakin berkurang (mendekat dengan rumah) dan tepat di depan rumah, maka suara *ambulance* itu akan terdengar keras dan ketika *ambulance* melewati rumah kita ke arah utara sejauh 150 meter, maka suara sirine itu akan kembali melemah, seperti pada **Gambar 7**.

Efek Dopler berlaku juga untuk pengamat yang bergerak bersamaan dengan sumber dengan persamaan umum yaitu:

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

Dengan:

- v_p : Kecepatan gerak pengamat (m/s)
- v_s : Kecepatan gerak sumber (m/s)
- f_s : Frekuensi sumber bunyi (Hz)
- f_p : Frekuensi yang didengar oleh pengamat (Hz)

Pernjangan tanda pada Efek Dopler

- v_s Bernilai positif (+) jika sumber menjauhi pendengar
- v_s Bernilai negatif (-) jika sumber mendekati pendengar
- v_p Bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber
- v_p Bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber

3. Resonansi

Pernahkah anda melihat peristiwa kaca jendela pecah ketika *sound horeg* mengeluarkan suara yang sangat keras melintas di depan rumah Anda?



Hal ini disebabkan oleh frekuensi suara pada *sound horeg* tersebut memiliki intensitas bunyi yang sangat besar, sehingga amplitude getarannya udaranya juga besar. Selain itu frekuensi *sound horeg* beresonansi dengan frekuensi alami kaca jendela, hal ini menyebabkan material dari gelas bergetar dan susunan bahannya menjadi tidak stabil dan kemudian kaca tersebut menjadi pecah.

“Resonansi merupakan proses ikut bergetarnya suatu benda karena frekuensi alaminya sama dengan frekuensi dari sumber bunyi”

AYO BERLATIH

1. Tontonlah Video yang berkaitan dengan resonansi berikut pada link:
<https://vt.tiktok.com/ZSaPsQnEU/> atau
<https://vt.tiktok.com/ZSaPG4QmK/>
2. Carilah contoh dari peristiwa resonansi dalam kehidupan sehari-hari!
3. Rumuskan masalah dari video tersebut!
4. Berikan Hipotesis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut!
5. Berikan jawaban berdasarkan konsep resonansi

4. Intensitas dan taraf bunyi

Telinga manusia memiliki ambang pendengaran sekitar $10\text{-}12 \text{ watt/m}^2$, jika telinga memperoleh bunyi yang kurang dari batas tersebut, maka telinga tidak

dapat mendengar bunyi dari sumber bunyi. Ukuran kekuatan dari bunyi dinyatakan sebagai Taraf Intensitas Bunyi dengan satuan yaitu desiBel (dB). Taraf intensitas bunyi merupakan logaritma perbandingan antara intensitas yang diukur berdasarkan intensitas dari ambang pendengaran, yang dinyatakan sebagai berikut.

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

Taraf Intensitas	Sumber
0 dB	Ambang pendengaran manusia
10-20 dB	Berbisik
30-40 dB	Ruang belajar yang tenang/ percakapan yang sangat pelan
50-70 dB	Percakapan normal
70-80 dB	Kereta Api
90 dB	Mesin pemotong rumput
>90 dB	Sound horeg



Lampiran 2 LKPD

Pertemuan 1

LKPD

Nama anggota kelompok :
 Nama (no absen)

CEPAT RAMBAT GELOMBANG



Cepat Rambat Bunyi pada Medium Padat

Tujuan Pembelajaran :

- Melalui kolaborasi secara berkelompok siswa diharapkan mampu menganalisis konsep cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai medium.

Fenomena:

Tontonlah video berikut secara berkelompok link:

- <https://vt.tiktok.com/ZSmuk2yvjl/>

Diskusikan bersama kelompok anda mengenai poin-poin pada kolom berikut.

Rumusan Masalah:

Jawab

Hipotesis (Dugaan Sementara)

Jawab

**Jawaban:**

Jawab

Sumber Informasi:

Jawab

Kesimpulan

jawab

Kelompok:

Nama (Absen)

LKPD

Pertemuan 2

Petunjuk:
Tontonlah video berikut secara berkelompok link:

- <https://vt.tiktok.com/ZSmuhtaQn/>
- <https://vt.tiktok.com/ZSmuhqAqn/>

Diskusikan bersama kelompok anda mengenai poin-poin pada kolom berikut.

Rumusan Masalah

Hipotesis

Jawaban:

Sumber Informasi

Kesimpulan

Pertemuan 3

Kelompok:

LKPD

Pertemuan 3

Nama (no absen)

Tujuan:

- Melalui penyelidikan berkelompok siswa diharapkan mampu meningkatkan kolaborasi.
- Mampu menganalisis konsep sumber bunyi pada Dawai dan Pipa Organa

Fenomena

- Tontonlah video berikut secara berkelompok link:
- Fenomena:
https://www.tiktok.com/@golow_official/video/6865621664135187718?_r=1&_t=ZS-9453Snk8Qhr
- <https://vt.tiktok.com/ZSmua8EDq/>
- <https://vt.tiktok.com/ZS9CU8uXn/>
- Diskusikan bersama kelompok anda mengenai poin-poin pada kolom berikut.

Rumusan Masalah

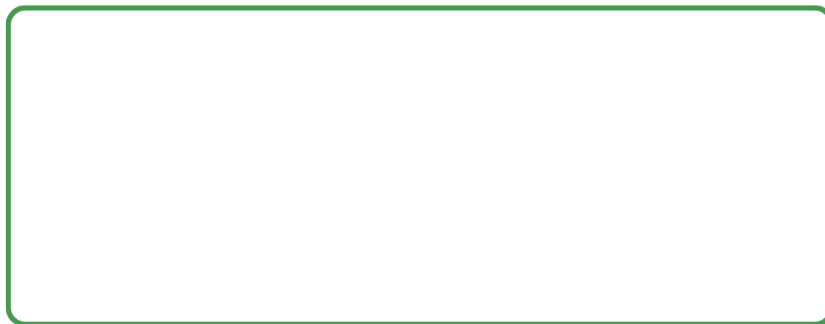
Buatlah Rumusan masalah berdasarkan fenomena pada video tersebut!

Hipotesis:

Buatlah dugaan sementara berdasarkan video yang telah Anda tonton dan pengalaman sehari-hari Anda.



Sumber Informasi



Jawaban

Berikan jawaban yang menjawab rumusan masalah yang telah anda berikan. Jawaban di dasari oleh penyelidikan yang telah dilakukan

Kesimpulan:

Teks paragraf Anda

Pertemuan 4

LKPD

Pertemuan 4
Resonansi dan intensitas

Nama Kelompok:
Nama (Nomor absen)

Tujuan:

- Melalui penyelidikan berkelompok siswa diharapkan mampu berkolaborasi dengan baik.
- Siswa mampu menganalisis konsep Efek Dopler, Resonansi dan Intensitas bunyi.

• Tontonlah video berikut secara berkelompok link:
 • Fenomena 1:
 • <https://vt.tiktok.com/ZS9CUw4dJ/>
 • https://www.tiktok.com/@golow_official/video/6865621664135187718?r=1&t=ZS-9453Snk8Qhr
 • Diskusikan bersama kelompok anda mengenai poin-poin pada kolom berikut.

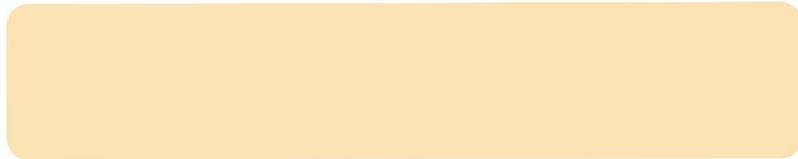
Fenomena 2:

Suatu hari Indra pergi ke rumah Edo untuk menjemput Edo memancing di sungai, seperti biasa Indra akan membawa sound kecil portabelnya yang selalu memutar lagu kesukaan mereka. Jarak rumah Edo dari rumah Indra adalah 100 meter, ketika Indra berjalan kaki menuju rumah Edo, Indra menyalakan musiknya mulai dari keluar gerbang rumahnya dengan volume yang tetap dan bersenandung. Edo yang duduk di teras menyadari suara musik yang semakin mendekat terasa semakin keras terdengar "hmm itu pasti si Indra" dan benar saja, beberapa menit kemudian jarak Indra ke rumah Edo sejauh 50 meter dan suara yang di dengar Edo semakin keras, saat jarak Indra dari rumah Edo sejauh 20 meter suara musik yang di dengar Edo semakin keras dan tidak lama Edo melihat Indra memasuki gerbang rumahnya yang berjarak 5 meter dari teras dan suara musik tersebut terdengar sangat keras dan jelas.

Rumusan Masalah

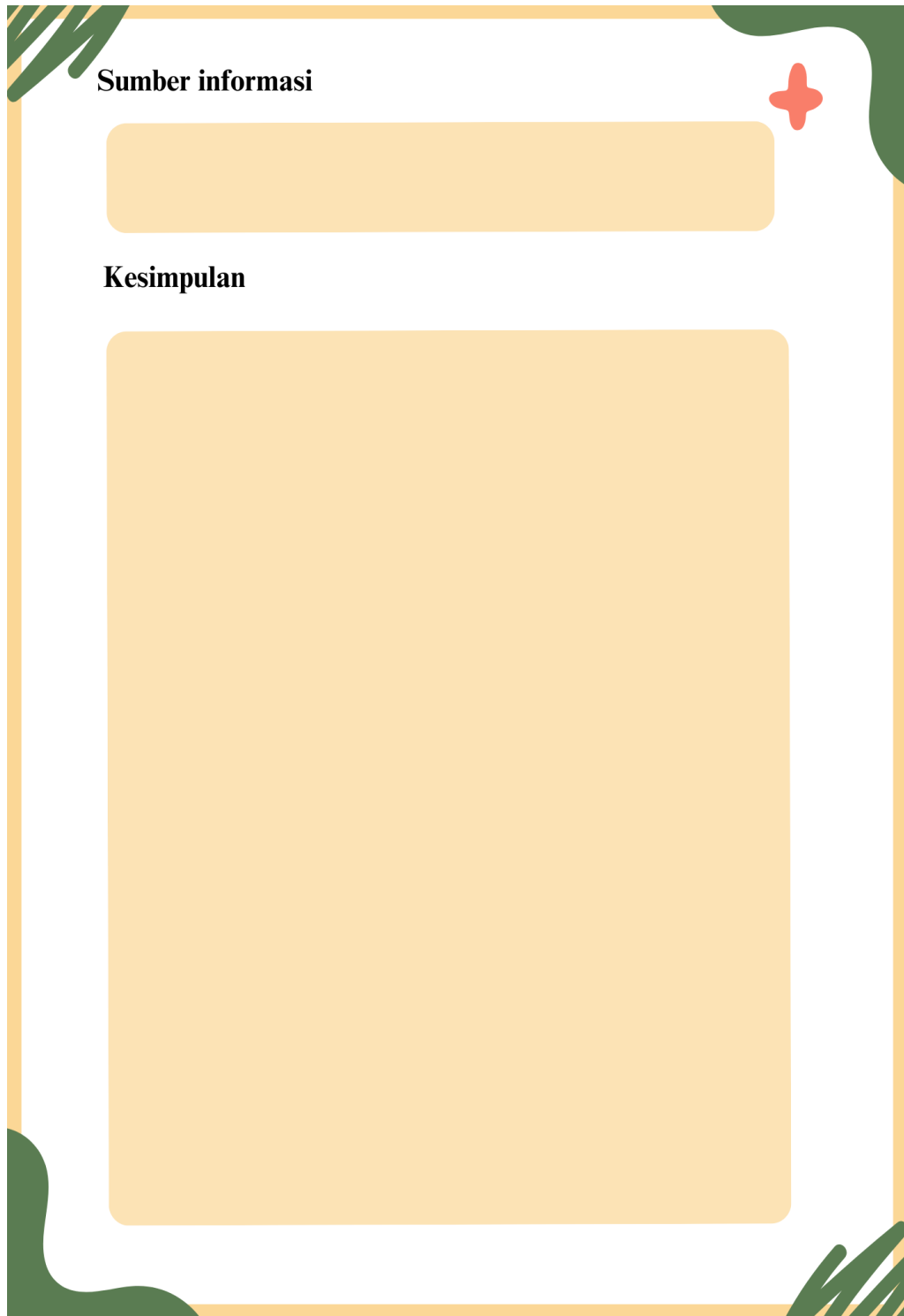


Hipotesis



Jawab





Sumber informasi

Kesimpulan

Lampiran 3. Instrumen Penilaian

Instrumen Penilaian Ranah Kognitif (Pengetahuan)

No	Nama	Aspek penilaian				Skor
		1	2	3	4	
1						
2						
3						
4						
dst						

No	Aspek	Indikator	Skor
1	Rumusan Masalah	Rumusan Masalah Tidak sesuai dengan Fenomena	1
		Rumusan Masalah mengarah atau hampir sesuai dengan Fenomena	2
		Rumusan Masalah sesuai dengan Fenomena	3
2	Hipotesis	Hipotesis Tidak sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	1
		Hipotesis mengarah atau hampir sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	2
		Hipotesis Masalah sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	3
3	Penjabaran Hasil Pemecahan Masalah	Jawaban belum mampu menjawab permasalahan	1
		Jawaban sudah mengarah pada pemecahan permasalahan	2
		Jawaban sudah sesuai dengan pemecahan permasalahan	3
4	Kesimpulan	Kesimpulan belum kuat	1

No	Aspek	Indikator	Skor
		Kesimpulan belum lengkap mencakup konsep dan inti pemecahan masalah	2
		Kesmpulan lengkap mencakup konsep dan inti pemecahan masalah	3
Penilaian:			
$\text{Skor Maksimum} = 4 \times 3 = 12$			
$\text{Skor} = \frac{\text{Skor yang diperoleh siswa}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$			

Instrumen Penilaian Ranah Afektif (Sikap)

No	Nama	Aspek penilaian			Skor
		1	2	3	
1					
2					
3					
4					
dst					

No	Sikap	Indikator	Skor		
			0	1	2
1	Beriman, bertakwa kepada tuhan YME	Siswa berdoa sebelum dan sesudah pembelajaran berlangsung sebagai perwujudan rasa syukur	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi
		Siswa melaksanakan			

		ibdah sesuai dengan keyakinan masing-masing dan saling menghormati.			
2	Penalaran Kritis	Siswa menganalisis informasi yang diperoleh dari berbagai sumber untuk menyimpulkan berdasarkan pemahaman mereka	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi
		Siswa memberikan argument yang di dasari dengan fakda atau data yang kuat dengan mengaitkan pada konsep gelombang bunyi pada kehidupan.			
3	Kolaborasi	Siswa bekerja sama dan berinteraksi dengan baik tanpa memandang perbedaan ras, suku dan agama untuk mencapai tujuan belajar	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi
		Siswa menghormati pendapat teman lainnya dan saling menambahkan informasi untuk saling melengkapi sehingga mampu			

		menciptakan kesempurnaan jawaban secara konsep			
--	--	--	--	--	--

Instrumen Penilaian Ranah Psikomotorik (Keterampilan)

No	Nama	Aspek Penilaian						Skor
		1	2	3	4	5	6	
1								
2								
3								
dst								

No	Aspek	Indikator			
		1	2	3	4
1	Kejelasan saat presentasi	Volume, pelafalan dan intonasi tidak jelas	Volume, pelafalan dan intonasi kurang jelas	Volume, pelafalan dan intonasi jelas	Volume, pelafalan dan intonasi sangat jelas
2	Penguasaan materi saat presentasi	Tidak menguasai materi presentasi	Kurang menguasai materi presentasi	Sudah dapat menjelaskan materi dengan lancar	Sudah menguasai materi presentasi dengan baik
3	Identifikasi masalah	Tidak mampu mengidentifikasi	Identifikasi masalah masih kurang	Mampu mengidentifikasi dengan tepat namun belum mengarah ke penyelesaian masalah	Mampu mengidentifikasi masalah dengan baik dan mengarah ke penyelesaian masalah
4	Gagasan/solusi dalam	Tidak menyampaikan	Menyampaikan gagasan/solusi	Menyampaikan gagasan/solusi namun	Menyampaikan gagasan/solusi dengan

	memecahkan masalah	an gagasan dan solusi	namun kurang tepat	hampir tepat	tepat
5	Memberikan jawaban atau pertanyaan yang sesuai dengan materi presentasi	Tidak dapat menjawab pertanyaan	Menjawab tapi kurang tepat	Menjawab hampir tepat	Menjawab dengan tepat
6	Penggunaan bahasa yang tepat saat presentasi	Bahasa tidak sopan	Bahasa kurang sopan	Bahasa cukup sopan	Bahasa sangat sopan

Glosarium

Amplitudo : Simpangan terjauh suatu getaran dari titik keseimbangan

Elastisitas : Kemampuan suatu bahan dalam mempertahankan bentuknya setelah diberikan gaya.

Frekuensi : Banyak getaran yang terjadi dalam satu detik

Gaung : Bunyi pantul yang datang hampir bersamaan dengan bunyi asli

Gema : Bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli terdengar

Massa jenis : Massa per satuan volume suatu zat

Medium : Zat perantara

Panjang gelombang : Jarak satu gelombang penuh

Rapatan : Daerah gelombang yang memiliki partikel berdekatan

Renggangan : Daerah gelombang yang memiliki partikel berdekatan

DAFTAR PUSTAKA

- Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Fisika Universitas Jilid 2*. Jakarta: Erlangga



Lampiran 3. 2 Modul Ajar Model PBL

MODUL PEMBELAJARAN FISIKA

GELOMBANG BUNYI

Model Problem Based Learning Konvensional

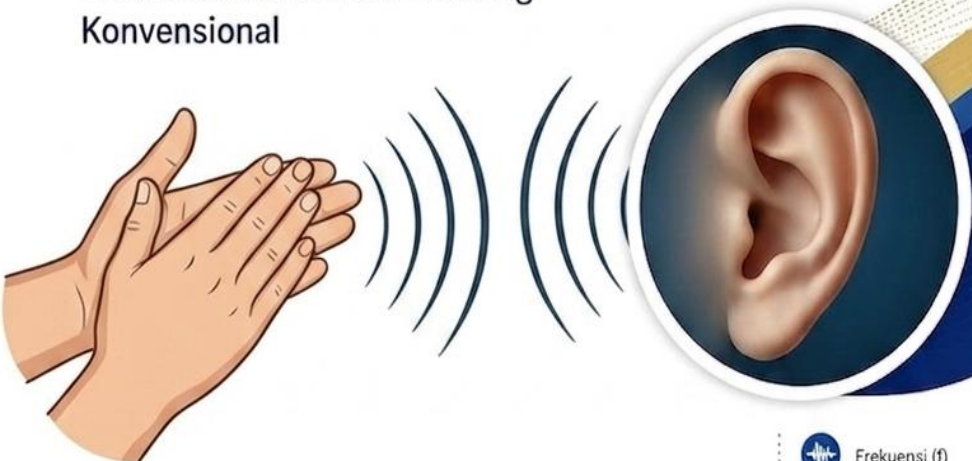


Diagram illustrating sound wave propagation. It shows hands clapping, creating sound waves that travel towards an ear. Below this, a longitudinal wave diagram shows regions of compression (RAPATAN) and rarefaction (RENGGANGAN) with a wavelength λ . A sinusoidal graph shows pressure (p) versus time (t) with one period (T) marked.

- Frekuensi (f)
- Cepat Rambat (v)
- Resonansi
- Intensitas Bunyi
- Doppler

Disusun oleh:
Ni Made Meriantari

Untuk:
Siswa SMA/MA
Kelas XI

Mata Pelajaran:
Fisika

TAHUN
PENYUSUNAN
2026

PERENCANAAN PEMBELAJARAN MENDALAM

IPA FASE F

• Identitas modul

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Seririt
 Penulis : Ni Made Meriantari
 Mata Pelajaran : FISIKA
 Fase/Kelas : F/XI
 Materi : Gelombang Bunyi
 Alokasi Waktu : $13 \times 1 \text{ JP}$ (38 menit)

• Identifikasi

Kesiapan Siswa

Sebelum mempelajari materi gelombang bunyi, siswa diharapkan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai pengertian getaran dan gelombang, konsep dasar gelombang, jenis gelombang, medium rambat gelombang. Pengetahuan awal siswa akan sangat beragam, ada siswa yang telah mengetahui definisi dari materi gelombang bunyi melalui video, buku serta informasi dari orang lain.

Karakteristik Materi Pembelajaran

Materi gelombang bunyi merupakan teori yang menggabungkan antara konsep fisika dan keterampilan matematika. Pada pembelajaran fisika, materi ini menuntut pemahaman mengenai bagaimana cara gelombang bunyi merambat melalui beberapa medium, menghubungkan antara frekuensi panjang gelombang dan cepat rambat hingga bagaimana menganalisis fenomena gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan dari keterampilan matematis, aspek matematis dibutuhkan dalam menganalisis besaran gelombang dalam menganalisis perubahan nilai variabel.

Dimensi Profil Lulusan

- Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME.

Dimensi ini terlaksana saat siswa mengawali dan mengakhiri pembelajaran dengan doa, hal ini juga mendukung tumbuhnya rasa syukur atas kehidupan serta anugrah yang diberikan oleh Tuhan.

- **Penalaran Kritis**

Pada pelaksanaan proses pembelajaran, Siswa dapat menganalisis bagaimana proses perambatan gelombang bunyi terjadi, mampu menganalisis bagaimana pengaplikasian gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

- **Kolaborasi**

Hal ini diharapkan dapat tercermin dalam proses pembelajaran, ketika siswa mampu bekerja sama dengan teman sebangku dalam diskusi, pemecahan masalah, serta mempresentasikan hasil penyelidikan yang telah diperoleh bersama.

- **Pertanyaan Pemantik**

1. Mengapa penjaga palang kereta bisa mengetahui keberadaan kereta?
2. Apakah kalian pernah meletakkan telinga di atas meja dan memukul meja tersebut? apa yang terjadi?
3. Pernahkah kalian memasukkan kepala ke dalam ember dan kalian mengetuk pinggiran ember tersebut? Mengapa kalian mendengar suara ketukan tersebut?
4. Apakah kalian pernah bermain gitar? Mengapa suara petikan yang dihasilkan oleh senar berbeda-beda?
5. Jika seorang astronot berada di luar angkasa, apakah astronot dapat berkomunikasi tanpa menggunakan alat dan berbicara seperti biasa seperti ini?
6. Apakah kalian pernah mendengar suara *sirine ambulance*? Atau mobil polisi? Bagaimana kalian mendengarnya ketika mobil tersebut berada pada jarak yang jauh dan jarak yang dekat?
7. Pernah meniup botol kaca? Ketika ditiup semakin kuat apa yang terjadi?

- **Desain Pembelajaran**

1. **Capaian Pembelajaran**

Siswa mampu memahami penerapan konsep dan prinsip hingga gejala gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

2. **Tujuan Pembelajaran**

- Siswa mampu menganalisis konsep cepat rambat gelombang bunyi pada medium yang berbeda-beda.

- Siswa mampu menganalisis konsep beberapa sumber bunyi baik pada dawai maupun pada pipa organa.
- Siswa mampu menganalisis konsep Efek Doppler
- Siswa mampu menganalisis konsep fenomena-fenomena dalam gelombang bunyi.

3. Praktik Pedagogis

- Model pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran gelombang bunyi ini yaitu *Problem Based Learning*
- Metode yang digunakan adalah diskusi kelompok, pembelajaran mandiri, tanya jawab.
- Pendekatan yang digunakan: pembelajaran mendalam

4. Kemitraan Pembelajaran

- **Orang tua:** memberikan izin dan dukungan jika ada pengamatan di lingkungan sekitar
- **Masyarakat sekitar:** menjadi tokoh interaksi sosial yang nyata
- **Teman sebaya:** menjadi mitra diskusi dan kolaborasi dalam lingkungan sekolah.

5. Lingkungan pembelajaran

Lingkungan pembelajaran melibatkan:

- a. Lingkungan fisik seperti ruang kelas, halaman sekolah, perpustakaan.
- b. Lingkungan virtual: PPT
- c. Pembelajaran terdapat budaya belajar yang memberikan kesempatan pada Siswa untuk berperan aktif selama proses pembelajaran berlangsung, Siswa dapat berperan aktif dan dapat menyampaikan aspirasi atau pendapatnya. Lingkungan pembelajaran diharapkan mampu memberikan lingkungan yang aman dan nyaman bagi Siswa.

6. Pemanfaatan digital

- Presentasi menggunakan **PPT** untuk mempermudah penyampaian materi dari guru ke siswa. Selain itu, penggunaan PPT mampu membuat pembelajaran lebih menarik.

E. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran menggunakan sintaks dari model *Problem Based Learning* yang bersumber dari Arends (2015).

PERTEMUAN 1 (3 JP (3 × 38 menit))**Pendahuluan (60 Menit)**

- Guru menyapa siswa
- Guru meminta ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran.
- Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar.
- Guru mengecek kehadiran siswa
- Guru melakukan asesmen awal dengan tes kognitif awal siswa (*Pretest*) 60 menit.
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.
- Guru menjelaskan alur pembelajaran kepada siswa.

Kegiatan Inti (50 menit)**Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Memahami**

Sintaks	Guru	Siswa
Orientasi Terhadap Masalah dan (berkesadaran bermakna) (10 menit)	• Guru menampilkan foto sebuah fenomena yang berkaitan dengan cepat rambat bunyi seperti sekelompok orang yang duduk di rel kereta api. • Guru menyampaikan bahwa kita akan belajar hal-hal yang berkaitan dengan bunyi.	• Siswa menjawab pertanyaan guru sesuai yang diketahui. • Siswa memberikan jawaban sesuai analisis yang telah diamati.

Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasikan

Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (5 menit)	• Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil.	• Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap.
---	--	--

	• Guru membagikan LKPD pada masing-masing kelompok. • Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. • Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi dengan teman kelompok untuk membuat rumusan masalah, hipotesis.	• Siswa menyimak penyampaian guru. • Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis.
Membimbing siswa dalam melakukan penyelidikan yang dilakukan secara individu maupun kelompok (Berkesadaran, Bermakna) (15 menit)	• Guru berkeliling memantau siswa dan membantu siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan soal LKPD.	• Siswa mengerjakan LKPD. • Siswa mencari informasi baik dari buku, internet maupun bertanya secara langsung kepada guru ketika mengalami masalah.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	• Guru memberikan kesempatan kepada	• Siswa menyajikan

(Bermakna dan Berkesadaran) (17 menit)	siswa untuk menyajikan hasil yang telah diperoleh dengan perwakilan masing-masing kelompok. • Guru memberi kesempatan kepada kelompok lain untuk menanggapi. • Guru memberikan penekanan konsep. • Guru menjelaskan materi mengenai cepat rambat bunyi. • Guru memberikan kesempatan kepada Siswa mengumpulkan LKPD.	hasil yang telah diperoleh kepada teman sekelas. • Siswa menanggapi penyajian hasil dari kelompok lain. • Siswa mencatat dan memperhatikan penjelasan guru. • Siswa mengumpu-kan LKPD kepada guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Refleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Berkesadaran) (5 menit)	• Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran.	Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran bersama guru.
Penutup (6 menit)	• Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan.	

	• Guru memberikan solusi dan motivasi kepada siswa. • Guru memberikan tugas merangkum materi untuk pertemuan berikutnya. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai • Guru menutup pembelajaran dengan Doa.	
PERTEMUAN 2 (2 JP (2 × 38 menit))		
Pendahuluan (10 Menit)		
• Guru menyapa siswa. • Guru meminta ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. • Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. • Guru mengecek kehadiran siswa. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. • Guru menjelaskan alur pembelajaran kepada siswa.		
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Memahami		
• Guru memberikan pertanyaan yang mengarah pada materi di pertemuan sebelumnya seperti “Ada yang ingat materi kita minggu lalu?” • Siswa akan menjawab iya/ tidak. • Guru bertanya “Pernah nonton karton tentang cerita luar angkasa? Upin- ipin bisa, nah bagaimana cara astronot berkomunikasi?” “kalau berkomunikasi tanpa alat apakah bisa?” “kenapa?” • Guru bertanya “ada yang ingat sekarang kita belajar apa? Seperti yang saya sampaikan minggu lalu?”		
Kegiatan Inti (60 menit)		
Sintaks	Guru	Siswa
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasikan		

Orientasi Terhadap Masalah (bermakna) (8 menit)	Guru menyajikan foto mengenai peristiwa yang berkaitan dengan sumber bunyi melalui peristiwa orang bermain gitar, orang meniup botol kosong dan orang meniup api menggunakan sebuah bambu.	- Siswa menganalisis dan menjawab pertanyaan guru. - Siswa menyampaikan jawaban secara lisan.
Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (5 menit)	- Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. - Guru membagikan LKPD pada masing-masing kelompok. - Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. - Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. - Guru mengarahkan siswa membuat rumusan masalah, hipotesis.	- Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. - Siswa menyimak penyampaian guru. - Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis.
Membimbing siswa dalam melakukan penyelidikan yang dilakukan secara individu maupun kelompok	Guru memantau siswa dan mendampingi siswa dalam menyelesaikan LKPD.	Menjawab LKPD dengan membuka berbagai sumber.

(Berkesadaran) (15 menit)	Guru mendampingi siswa berdiskusi dalam mencari jawaban	Siswa berdiskusi dengan teman ke-lompok untuk mencari jawaban.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (Bermakna dan Berkesadaran) (30 menit)	- Guru mendampingi Siswa dalam menyaji-kan hasil yang diperoleh. - Guru mengarahkan Siswa lain untuk me-nanggapi - Guru memberikan pe-nekanan konsep.	- Siswa menyajikan hasil yang telah di peroleh secara berkelompok. - Siswa menanggapi penyajian dari ke-lompok lain. - Siswa mencatat penekanan konsep yang disampaikan oleh guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Merefleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Berkesadaran dan bermakna) (5 menit)	Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran.	Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran bersama guru.

Penutup (5 menit)		
• Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan. • Guru memberikan apresiasi kepada siswa. • Guru memberikan latihan soal. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai. • Guru menutup pembelajaran dengan Doa.		
PERTEMUAN 3 (3 JP (3 × 38))		
Pembuka (10 menit)		
• Guru menyapa siswa dengan salam. • Guru memberikan kesempatan kepada ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. • Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. • Guru mengecek kehadiran siswa. • Guru mengarahkan siswa duduk berkelompok. • Guru memberikan pertanyaan pemantik mengenai materi pembelajaran di pertemuan terakhir. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. • Guru menjelaskan alur pembelajaran		
Kegiatan Inti (100 menit)		
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasi		
Sintaks	Guru	Siswa
Orientasi Terhadap Masalah (bermakna) (10 menit)	• Guru menampilkan foto yang berkaitan dengan peristiwa sumber bunyi. • Guru memberikan arahan dan	• Siswa menganalisis dan menjawab pertanyaan guru.

	pertanyaan pemantik terkait fenomena yang di tampilkan.	Siswa menyampaikan jawaban secara lisan.
Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (8 menit)	- Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. - Guru membagikan LKPD pada masing-masing kelompok. - Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. - Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. - Guru mengarahkan siswa membuat rumusan masalah, hipotesis.	- Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. - Siswa menyimak penyampaian guru. - Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis.
Membimbing siswa dalam melakukan penyelidikan yang dilakukan secara individu maupun kelompok (Berkesadaran) (15 menit)	Guru memantau siswa dan mendampingi siswa dalam mengumpulkan	Siswa menjawab LKPD dengan membuka

	data untuk menyelesaikan penyelidikan. • Guru memantau siswa berdiskusi.	berbagai sumber dari buku. • Siswa berdiskusi dengan teman sekelompok untuk menemukan jawaban.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (Bermakna dan Berkesadaran) (55 menit)	• Guru mendampingi siswa dalam menyajikan hasil yang diperoleh. • Guru mengarahkan siswa lain untuk menanggapi. • Guru memberikan penekanan konsep	• Siswa menyajikan hasil yang telah di peroleh secara berkelompok • Siswa menanggapi penyajian dari kelompok lain. • Siswa mencatat penekanan konsep yang

		disampaikan oleh guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Merefleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Berkesadaran dan bermakna) (5 menit)	Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran.	Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran bersama guru.
Penutup (7 menit)		
- Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kesimpulan. - Guru memberikan apresiasi kepada siswa. - Guru memberikan latihan soal. - Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai. - Guru menutup pembelajaran dengan Doa.		
PERTEMUAN KE 4 (3 JP (3 × 38 menit))		
Pembuka (10 menit)		
- Guru menyapa siswa dengan salam. - Guru memberikan kesempatan kepada ketua kelas memimpin doa sebelum memulai pembelajaran. - Guru dan siswa melakukan doa bersama agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. - Guru mengecek kehadiran siswa. - Guru memberikan pertanyaan pemantik mengenai materi pembelajaran di pertemuan terakhir. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.		

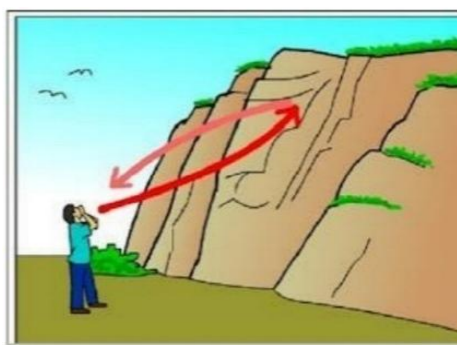
Guru menjelaskan alur pembelajaran.		
Kegiatan Inti (100 menit)		
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Mengaplikasi		
Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
Orientasi Terhadap Masalah (bermakna) (10 menit)	- Guru menampilkan fenomena-fenomena yang berkaitan dengan Efek Doppler, resonansi dan taraf intensitas bunyi. - Guru memberikan pertanyaan peman-tik kepada siswa mengenai peristiwa yang disajikan.	- Siswa menganalisis dan menjawab pertanyaan guru. - Siswa menyampaikan jawaban secara lisan.
Mengorganisasikan siswa untuk melakukan pembelajaran (berkesadaran) (8 menit)	- Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok kecil. - Guru membagikan LKPD pada masing-masing kelompok. - Guru memastikan siswa telah duduk sesuai kelompoknya. - Guru menyampaikan tugas masing-masing kelompok. - Guru mengarahkan siswa membuat rumusan masalah, hipotesis.	- Siswa memastikan teman kelompok sudah lengkap. - Siswa menyimak penyampaian guru. - Siswa berdiskusi membuat rumusan masalah dan hipotesis.

Membimbing siswa dalam melakukan penyelidikan yang dilakukan secara individu maupun kelompok (Berkesadaran) (15 menit)	• Guru memantau siswa dan mendampingi siswa dalam mengumpulkan data untuk menyelesaikan penyelidikan. • Guru memantau Siswa berdiskusi.	• Siswa menjawab LKPD dengan membuka berbagai sumber dari buku. • Siswa berdiskusi dengan teman sekelompok untuk menemukan jawaban.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (Bermakna dan Berkesadaran) (55 menit)	• Guru mendampingi siswa dalam menyajikan hasil yang diperoleh. • Guru mengarahkan Siswa lain untuk menanggapi • Guru memberikan penekanan konsep	• Siswa menyajikan hasil yang telah di peroleh secara berkelompok • Siswa menanggapi penyajian dari kelompok lain. • Siswa mencatat penekanan konsep yang disampaikan oleh guru.
Pengalaman Belajar Pembelajaran Mendalam: Merefleksi		
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Berkesadaran dan bermakna) (5 menit)	• Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran.	• Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran bersama guru.

Penutup (7 menit)		
• Guru memberikan kesempatan kepada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan. • Guru memberikan solusi dan motivasi kepada siswa. • Guru memberikan tugas belajar mengenai materi yang telah dipelajari untuk persiapan <i>posttest</i>. • Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdoa sebelum pembelajaran selesai • Guru menutup pembelajaran dengan Doa.		
PERTEMUAN 5 (2 x 38 menit)		
Posttest selama 60 menit		
F. Asesmen		
Asesmen keterampilan berpikir kritis dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung melalui pengerjaan LKPD dan 10 soal. Penilaian sikap dan keterampilan dilaksanakan selama proses pembelajaran berlangsung. Instrumen penilaian terlampir pada Lampiran 3.		
G. Sumber Belajar		
• Fisika Univeritas • Fisika kelas XI kurikulum merdeka		
H. Refleksi Guru		
• Apakah saya mengelola waktu dengan baik? • Apakah Siswa mampu memahami materi yang telah saya sampaikan? • Apakah saya mampu mengkoordinir suasana kelas agar tetap kondusif, nyaman dan menyenangkan? • Bagaimana interaksi antar Siswa selama proses pembelajaran? Apakah aktif ?		
I. Lampiran		
Lampiran 1. Materi Gelombang bunyi		
1. Sifat Sifat Bunyi		

Refleksi (dipantulkan)

Gelombang bunyi akan mengalami pemantulan ketika mengenai permukaan yang keras seperti batu, tembok, peralatan rumah yang keras dan sebagainya. Pemantulan tersebut menghasilkan gema atau gaung. Ketika gelombang bunyi mengenai permukaan yang lunak seperti kain maka bunyi tidak akan terpantul secara maksimal.



Sumber:

<https://www.pustakapengetahuan.com>

Refraksi (dibiaskan)

Gelombang bunyi dapat mengalami pembelokan bunyi saat merambat melalui dua medium yang memiliki kerapatan yang berbeda.

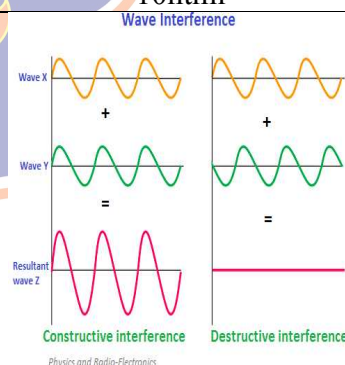


Sumber:

<https://www.aisyahnestria.com/2020/10html>

Interferensi

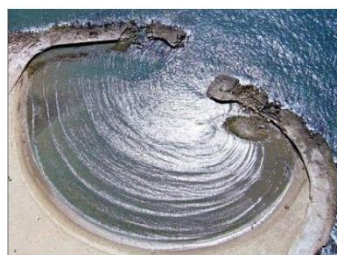
Interferensi merupakan peristiwa berpadunya dua buah gelombang atau lebih yang sefase dan menghasilkan bunyi yang saling menguatkan (konstruktif) dan suara saling menghilangkan (desktruktif).



Sumber: <https://www.physics-and-radio-electronics.com/physics/waveinterference.html>

Difraksi (pembelokan/pelenturan)

Gelombang bunyi dapat mengalami pembelaokan ketika merambat dan melalui celah sempit, hal ini menyebabkan bunyi tetap terdengar meskipun pendengar sedang berada di ruangan yang berbeda.



Sumber: <https://sainsmania.com>

2. Cepat Rambat Gelombang

Seperti yang diketahui bahwa gelombang merupakan getaran yang merambat. Getaran yang merambat tersebut merambawa energi dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Bunyi hanya dapat merambat melalui medium, medium yang dimaksud adalah medium padat, cair dan gas. Gelombang bunyi bergantung pada medium rambatnya, cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

- Kerapatan partikel medium yang dilalui oleh bunyi. Semakin rapat susunan partikel pada suatu medium, maka semakin cepat bunyi tersebut akan merambat, sehingga bunyi paling cepat merambat pada zat padat karena memiliki partikel penyusun yang saling berdekatan dan terikat kuat.
- Suhu medium, semakin panas suhu pada suatu medium yang dilalui, maka semakin cepat bunyi tersebut akan merambat.

Cepat rambat bunyi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$V = \lambda \cdot f$$

Artinya, hasil kali panjang gelombang dan frekuensi akan sama dengan cepat rambat gelombang.

Tabel 2. Cepat Rambat Bunyi pada beberpa Medium

Medium	Kecepatan Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (100°C)	386

Air	1490
Air Laut	1530
Alauminium	5100
Besi	5130

a. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium Padat

Zat padat mengandung partikel yang terusun sangat rapat dan terikat kuat satu sama lain, sehingga getaran antar partikel dapat merambat dengan sangat cepat. Cepat rambat bunyi pada zat padat bergantung pada dua sifat utama:

- Modulus Young atau ukuran elastisitas atau kekakuan zat padat.
- Massa jenis atau massa persatuan volume zat.

Secara matematis, cepat rambat gelombang pada benda padat dihitung dengan akar

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

Keterangan:

E = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis bahan (kg/m^3)

Semakin besar modulus Young dan semakin kecil massa jenisnya, maka bunyi akan semakin cepat merambat.

Latihan Soal

Batang A dan Batang B memiliki massa jenis yang sama $= 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ tetapi modulus young berbeda yaitu $2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$ dan $4,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$. Berpakah cepat rambat bunyi pada kedua batang tersebut? dan bagaimana penjelasan secara konsep yang dapat di ambil dari hasil yang telah di peroleh?

Jawab:

Dik:

$$\rho = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$E \text{ batang A} = 2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$E \text{ batang B} = 4,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

Dit:

$$V_a = \dots \dots \dots ?$$

$$V_b = \dots \dots \dots ?$$

Bagaimana penjelasan secara konsep berdasarkan hasil yang di peroleh?

Batang A

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

$$v = \sqrt{\frac{2,0 \times 10^{11}}{7,8 \times 10^3}}$$

$$v = \sqrt{0,256 \times 10^4}$$

$$v = 5,06 \times 10^4 \text{ m/s}$$

Batang B

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

$$v = \sqrt{\frac{4,0 \times 10^{11}}{7,8 \times 10^3}}$$

$$v = \sqrt{0,513 \times 10^4}$$

$$v = 7,16 \times 10^4 \text{ m/s}$$

Dari hasil perhitungan yang di peroleh, batang B memiliki cepat rambat yang lebih besar dari pada batang A, halo ini terjadi karena kedua batang memiliki massa jenis yang sama, namun batang B memiliki Modulus Young yang lebih besar, sehingga perambatan bunyi yang terjadi lebih cepat karena kekakuan bahan akan mempercepat transmisi getaran.

Contoh Peristiwa

Pernahkan anda menjejerkan 2-3 meja dan meletakkan telinga di salah ujungnya dan ujung satunya teman anda memukul meja tersebut? itulah salah satu contoh sederhana dari cepat rambat pada medium padat dalam kehidupan. Ketika meja di pukul, energi mekanik dari pukulan menyebabkan titik pukul pada meja akan bergetar. Getaran tersebut merambat bukan sebagai bukan materi melainkan energi yang merambat dalam bentuk gelombang longitudinal (perambatannya sejajar dengan arah rambatnya).



Ayo Berlatih

Bisakah anda memberikan salah satu contoh dari cepat rambat bunyi pada medium padat dalam kehidupan sehari-hari dan menjelaskan secara konsep bagaimana hal tersebut terjadi hingga proses bunyi sampai pada pendengar?

b. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium cair

Pada zat cair, partikel-partikel yang tersusun di dalamnya lebih longgar dari pada zat padat, sehingga perambatan bunyi yang terjadi menjadi lebih lambat. Cepat rambat bunyi dalam zat cair di tentukan oleh dua sifat berikut:

- Modulus Bulk (B) merupakan ukuran ketahanan suatu zat cair terhadap perubahan volume akibat tekanan yang terjadi.
- Massa Jenis (ρ) atau massa persatuan volume zat.

Rumus cepat rambat bunyi dalam cairan yaitu:

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

Modulus Bulk menunjukkan seberapa mudah zat cair terkompresi. Ketika suatu zat cair tidak mudah terkompresi, maka gelombang bunyi akan lebih cepat merambat.

Pernahkah Anda ? 🌸

Perambatan bunyi dalam medium cair salah satu contohnya yang dapat kita amati melalui sebuah film yaitu ketika dua orang jatuh kedalam air, dan salah satu berteriak “tolongggggg”, satu orang lainnya akan mendengar suara tersebut namun tidak terlalu keras.



🔪 Analisis peristiwa yuk! 🚀

Ketika salah satu orang tersebut berteriak, suara teriakan berasal dari pita suara yang bergetar dan getaran tersebut diteruskan ke air sebagai medium. Partikel-partikel yang bergetar dan saling menekan hingga membentuk rapatan dan renggangan seperti perambatan dalam gelombang longitudinal. Akibatnya, bunyi dapat merambat lebih cepat dibandingkan di udara, namun hal yang perlu diperhatikan adalah **gelombang bunyi yang cepat merambat bukan berarti bunyi yang terdengar akan lebih keras**. Pada peristiwa ini, sebagian bunyi tidak diteruskan secara maksimal ke sistem pendengaran karena adanya perbedaan medium impedansi akustik (tingkat kesulitan gelombang bunyi dalam merambat dan meneruskan energinya). Air memiliki tingkat kesulitan

dalam merambatkan bunyi lebih tinggi dibandingkan udara yang ada di dalam telinga manusia. Hal ini menyebabkan sebagian besar energi akan dipantulkan kembali ke air dan hanya sebagian kecil yang mampu diteruskan ke gendang telinga. Selain karena faktor tersebut, telinga manusia juga dirancang untuk menerima getaran lebih efektif dari udara bukan air, sehingga bunyi yang tersampaikan ke telinga tidak cukup kuat dan terdengar lemah.

Ayo Berlatih

Bisakah anda memberikan salah satu contoh dari cepat rambat bunyi pada medium cair dalam kehidupan sehari-hari dan menjelaskan secara konsep bagaimana hal tersebut terjadi hingga proses bunyi sampai pada pendengar?

d. Cepat Rambat Bunyi Pada Medium udara

Partikel-partikel gas tersusun dengan jarak yang sangat jauh dibandingkan ukuran partikelnya, sehingga perambatan bunyi terjadi sangat lambat. Pada gas, kecepatan molekul dipengaruhi tidak hanya dipengaruhi oleh massa jenis, tetapi sangat dipengaruhi juga oleh:

- Suhu gas, semakin tinggi suhu, maka semakin cepat molekul bergerak, sehingga bunyi akan semakin cepat untuk dirambatkan.
- Jenis gas, gas ringan seperti hydrogen atau helium memiliki kecepatan rambat bunyi yang lebih tinggi dibandingkan gas berat seperti oksigen dan karbon dioksida.

Adapun modulus Bulk pada udara yang bergantung pada tekanan dan keadaan adiabatiknya yang paparkan pada persamaan berikut:

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

Keterangan

v	Cepat rambat bunyi (m/s)
γ	Tetapan Laplace
R	Tetapan gas ideal = 8,314 J/mol K
T	Suhu (K)
M	Massa molekul relatif (g/mol)

5. Sumber Bunyi

Bunyi yang terdengar dalam kehidupan sehari-hari berasal dari sebuah getaran. Ketika benda bergetar, dan getaran tersebut menyebabkan partikel partikel di sekitarnya juga ikut bergetar hingga mengakibatkan perambatan energi. Energi tersebut dirambatkan dalam bentuk gelombang longitudinal, dan gelombang ini dikenal sebagai gelombang bunyi.

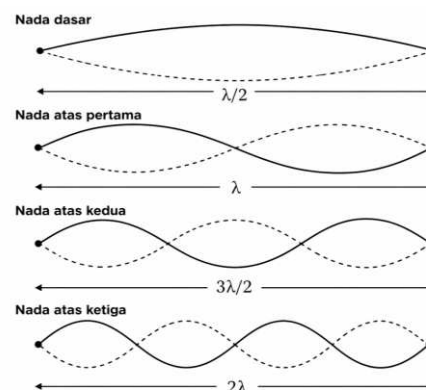
Bunyi bersumber dari benda yang bergetar secara periodic, contohnya yaitu senar gitar yang di petik, drum yang di pukul, pita suara yang bergetar dan lain sebagainya.

Ketika benda tersebut bergetar, molekul-molekul disekitarnya akan ikut bergetar dalam arah yang sejajar dengan arah rambatnya. Dalam kehidupan, salah satu molekul yang kita tinjau yaitu udara, partikel udara akan mengalami rapat dan regangan secara bergantian sehingga gelombang bunyi akan bergerak merambat hingga ke telinga manusia.

Ketika benda tersebut bergetar, molekul-molekul disekitarnya akan ikut bergetar dalam arah yang sejajar dengan arah rambatnya. Dalam kehidupan, salah satu molekul yang kita tinjau yaitu udara, partikel udara akan mengalami rapat dan regangan secara bergantian sehingga gelombang bunyi akan bergerak merambat hingga ke telinga manusia.

- **Sumber bunyi dawai**

Ketika sebuah gitar dipetik senarnya/dawai, maka petikan tersebut akan menghasilkan gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil dari superposisi gelombang. Bunyi akan sampai ke telinga ketika frekuensi yang dihasilkan pada petikan dawai/senar akan beresonansi dengan udara di sekitarnya dan merambat hingga sampai pada telinga.



Gambar 8 Pola Gelombang Stasioner pada Dawai
Sumber: Alvius Tinambunan/Kemendikbudristek (2022)

Nada dasar yaitu nada dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$, nada atas pertama yaitu nada dengan panjang gelombang 1λ , dan pola tersebut akan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$.

Besar frekuensi pada nada ke-n (f_n) pada dawai dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{n}{2L}v$$

Keterangan:

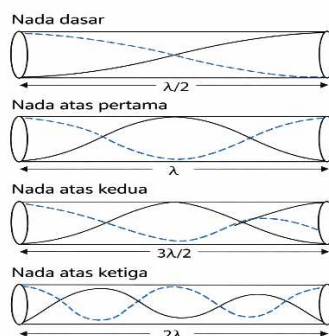
- f : Frekuensi (Hz)
- v : Cepat rambat gelombang bunyi (m/s)
- λ_n : Panjang gelombang bunyi ke-n (m)
- L : Panjang dawai(m)
- n : 1,2,3....

- **Sumber bunyi pipa organa**

Sumber bunyi pipa organa pada kehidupan nyata contohnya yaitu seruling, terompet dan alat musik tiup lainnya yang memanfaatkan kolom udara yang ditiup sehingga udara yang bergetar menghasilkan suara yang teratur dan kolom dari

tempat udara yang bergetar tersebut disebut dengan pipa organa. Pipa organa dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Pipa Organa Terbuka



Gambar 9 Pola Gambar stationer pada pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka merupakan bentuk dari sebuah pipa yang memiliki kolong udara terbuka pada kedua ujungnya seperti gambar di samping. Frekuensi pada pipa organa di mulai dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$ dan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$. Sehingga untuk penentuan frekuensi ke-n dapat ditentukan dengan rumus besar frekuensi pada dawai. Contoh dari pipa organ terbuka adalah seruling bambu, terompet, serunai dan alat musik tiup lainnya yang memiliki bentuk kolongterbuka pada kedua sisinya. Pada gambar di samping, terlihat bahwa pola yang terbentuk di dalam pipa yaitu simpul dan perut gelombang, namun pada ujung terbuka terjadi perut gelombang, karena partikel udaranya bebas berisolasi sedangkan simpul terbentuk di tengah-tengah tabung untuk nada dasarnya.



Gambar 10 Seruling Bambu



Gambar 11 Terompet



Gambar 12 Serunai

b. Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup merupakan tabung yang memiliki satu ujung terbuka dan satu ujung tertutup. Gambar 6. Di samping merupakan gambaran pipa organa tertutup dengan hubungan panjang gelombang dan panjang kolom. Dalam pipa ini, simpul gelombang yang terbentuk di ujung yang tertutup karena tidak ada Gerakan udara pada titik itu, dan perut gelombang terbentuk di ujung terbuka. Pola gelombang yang terbentuk menyebabkan frekuensi-frekuensi resonansi yang hanya terjadi pada nada-nada ganjil dari frekuensi dasarnya, yaitu:

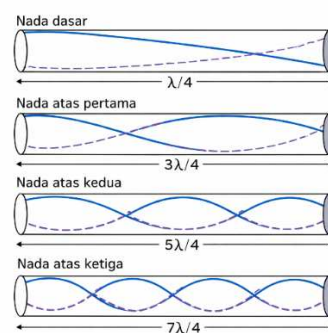
$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L}$$

Untuk $n=0,1,2,\dots$

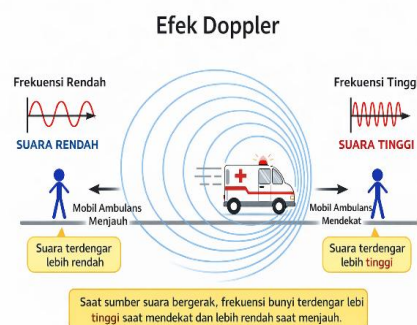
Artinya pipa organa tertutup tidak memiliki harmonik yang genap dan menghasilkan spektrum bunyi yang berbeda dari pipa organa terbuka.

6. Efek Doppler

Efek Doppler ditemukan oleh fisikawan asal Austria yang bernama Cristian Johan Doppler pada tahun 1842. Efek Doppler ini menjelaskan mengenai fenomena yang berkaitan dengan pergerakan sumber bunyi terhadap pendengarnya yang bersifat relative satu sama lain, karena relative terhadap pendengar, hal ini menyebabkan frekuensi yang di dengar oleh



Gambar 13 Pola gelombang stasioner pada pips stationer
Sumber: Alvius Tinambunan/ Kemendikbudristek (2022)



Gambar 14 Efek Doppler pada dua pengamat
Sumber : Alvius Tinambunan/Kemendikbudristek (2022)

pendengar berbeda dari frekuensi yang di hasilkan oleh sumber bunyi.

Efek Dopler berlaku juga untuk gelombang elektromagnetik seperti cahaya dan radio. Peristiwa ini memiliki aplikasi penting pada berbagai bidang seperti radar, astronomi, pencitraan medis dan lainnya. Pada peristiwa Efek Dopler tidak hanya dipengaruhi oleh kuat lemahnya bunyi atau intensitas, namun dipengaruhi juga oleh perubahan frekuensi yang diterima oleh pendengar

Contoh peristiwa Efek Dopler dalam kehidupan yaitu ketika sebuah *ambulance* melintas di depan rumah kita. Ketika mobil *ambulance* bergerak dari arah selatan dengan jarak 150 meter sebelum melintas depan rumah kita, suara sirinnya akan terdengar lemah, namun ketika jarak *ambulance* tersebut semakin berkurang (mendekat dengan rumah) dan tepat di depan rumah, maka suara *ambulance* itu akan terdengar keras dan ketika *ambulance* melewati rumah kita ke arah utara sejauh 150 meter, maka suara sirine itu akan kembali melemah, seperti pada **Gambar 7**.

Efek Dopler berlaku juga untuk pengamat yang bergerak bersamaan dengan sumber dengan persamaan umum yaitu:

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

Dengan:

- v_p : Kecepatan gerak pengamat (m/s)
- v_s : Kecepatan gerak sumber (m/s)
- f_s : Frekuensi sumber bunyi (Hz)
- f_p : Frekuensi yang didengar oleh pengamat (Hz)

Pernjanjian tanda pada Efek Doper

- v_s Bernilai positif (+) jika sumber menjauhi pendengar
- v_s Bernilai negatif (-) jika sumber mendekati pendengar
- v_p Bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber
- v_p Bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber

7. Resonansi

Pernakah anda melihat peristiwa kaca jendela pecah ketika *sound horeg* mengeluarkan suara yang sangat keras melintas di depan rumah Anda?



Hal ini disebabkan oleh frekuensi suara pada *sound horeg* tersebut memiliki intensitas bunyi yang sangat besar, sehingga amplitude getarannya udaranya juga besar. Selain itu frekuensi sound horeg beresonansi dengan frekuensi alami kaca jendela, hal ini menyebabkan material dari gelas bergetar dan susunan bahannya menjadi tidak stabil dan kemudian kaca tersebut menjadi pecah.

“Resonansi merupakan proses ikut bergetarnya suatu benda karena frekuensi alaminya sama dengan frekuensi dari sumber bunyi”

AYO BERLATIH

1. Tontonlah Video yang berkaitan dengan resonansi berikut pada link:
<https://vt.tiktok.com/ZSaPsOnEU/> atau
<https://vt.tiktok.com/ZSaPG4OmKY/>
2. Carilah contoh dari peristiwa resonansi dalam kehidupan sehari-hari!
3. Rumuskan masalah dari video tersebut!
4. Berikan Hipotesis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut!
5. Berikan jawaban berdasarkan konsep resonansi

8. Intensitas dan taraf bunyi

Telinga manusia memiliki ambang pendengaran sekitar $10\text{-}12 \text{ watt/m}^2$, jika telinga memperoleh bunyi yang kurang dari batas tersebut, maka telinga tidak

dapat mendengar bunyi dari sumber bunyi. Ukuran kekuatan dari bunyi dinyatakan sebagai Taraf Intensitas Bunyi dengan satuan yaitu desiBel (dB). Taraf intensitas bunyi merupakan logaritma perbandingan antara intensitas yang diukur berdasarkan intensitas dari ambang pendengaran, yang di nhtakan sebagai berikut:

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

Taraf Intensitas	Sumber
0 dB	Ambang pendengaran manusia
10-20 dB	Berbisik
30-40 dB	Ruang belajar yang tenang/ percakapan yang sangat pelan
50-70 dB	Percakapan normal
70-80 dB	Kereta Api
90 dB	Mesin pemotong rumput
>90 dB	Sound horeg



Lampiran 2. LKPD
Pertemuan 1

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (CEPAT RAMBAT BUNYI (Padat))

Nama Kelompok:

Tujuan Pembelajaran:

Melalui penyelidikan secara berkelompok murid diharapkan mampu meningkatkan kolaborasi.

Murid mampu memahami konsep cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat.

Fenomena:

Mengetahui Apakah Kreta Api Sudah Dekat



Ratna tinggal di sebuah desa yang masyarakatnya memiliki kebiasaan berjualan dan kumpul bersama untuk sekedar menikmati hidup di pasar dekat stasiun kereta api di sore hari. Suatu hari, Rina datang ke desa dan Ratna mengajak Rina ke pasar dekat stasiun kereta api. Rina melihat banyak masyarakat yang duduk di atas rel kreta api tersebut dan hal itu membuat Rina sedikit takut dan banyak kemungkinan-kemungkinan yang muncu di pikirannya. Ratna yang memahami ketakutan temannya itu dan dengan cepat menempelkan telinganya di rel kereta api tersebut untuk memastikan suara gesekan rel dan roda kereta lalu berkata bahwa kereta dapat di prediksi dengan mendengarkan gesekan roda pada rel. Beberapa saat kemudian, penjaga memberitahukan bahwa kereta akan menuju ke tempat mereka dan semua orang cepat menepi dan menyisakan kebingungan kepada Rina

“kenapa penjaga bisa tahu lebih dulu?”

Rumusan Masalah:

Buatlah rumusan masalah yang mampu selaras dengan kebingungan Rina!

Hipotesisi:

Berikan hipotesis (dugaan sementara) berdasarkan rumusan masalah yang telah anda buat!

Jawaban**Pengumpulan data:**

Berikanlah list sumber materi dari buku mana yang anda gunakan dalam menjawab rumusan masalah tersebut!

Kesimpulan

Pertemuan 2

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (CEPAT RAMBAT BUNYI (Cair dan Gas))

Nama Kelompok:

Tujuan Pembelajaran:

Melalui penyelidikan secara berkelompok siswa diharapkan mampu meningkatkan kolaborasi.

Siswa mampu memahami konsep cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai Cair dan Gas.

Fenomena

Berenang



Pada hari minggu Septa berenang bersama Lanang di kolam renang rumahnya, Septa berpegang pada pinggir kolam dan menggerakkan kakinya di air hingga menyebabkan guncangan yang cukup keras di air. Lanang melihat Septa melakukan hal tersebut dan kemudian mencelupkan dirinya di air untuk melihat kekuatan dirinya dalam menahan nafas, namun saat di dalam air, Lanang menyadari sesuatu, ia merasa bahwa suara pukulan kaki Septa di air lebih jelas ketika ia menenggelamkan kepalanya di air. Akhirnya Lanang memastikanya sekali lagi, yaitu dengan mengeluarkan kepalanya selama 5 menit dari air dan kembali menenggelamkan diri untuk menahan nafas di air, hingga ia menyadari bahwa suara yang pukulan kaki Septa di air akan terdengar lebih jelas ketika telinganya berada di dalam air dari pada saat telinganya ada di udara. Lanang pun merasa heran dengan perbedaan bunyi yang ia dengar.

Rumusan Masalah:

Buatlah Rumusan masalah yang mampu selaras dengan kebingungan Lanang!

Hipotesisi

Berikan hipotesis (dugaan sementara) berdasarkan rumusan masalah yang telah anda buat!

Jawaban:



Peristiwa kedua



**Anak berbaring di rumput sambil
menatap langit**



Orang mengapak kayu

Yeza dan Zeko sedang merebahkan diri di halaman rumah setelah bermain. Beberapa saat kemudian, mereka mendengar seperti ada seseorang memotong kayu namun orangnya tidak terlihat dari pandangan mereka. Yeza merasa heran kenapa suara itu terdengar tetapi mereka tidak melihat sumber nya dimana. Zeko bertanya **“Kenapa ada suara orang memotong kayu dengan kapak tetapi kita tidak melihat orang yang memotong tersebut?”**

Rumusan Masalah:

Buatlah Rumusan masalah yang mampu selaras dan mengarah menjadi pertanyaan untuk menjawab kebingungan Yeza dan Zeko!

Hipotesis:

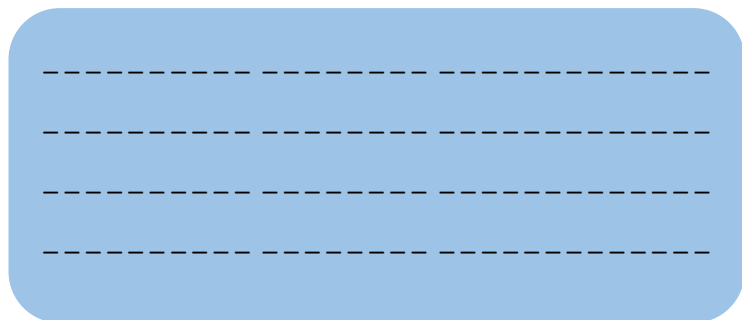
Berikan hipotesis (dugaan sementara) berdasarkan rumusan masalah yang telah anda buat!

Jawab:**Pengumpulan data:**

Berikanlah list sumber materi dari buku mana yang anda gunakan dalam menjawab rumusan masalah tersebut!

Kesimpulan

Pertemuan 3

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(SUMBER BUNYI)****Nama Kelompok:**

Tujuan Pembelajaran:

1. Melalui pengamatan fenomena bunyi pada dawai dalam kehidupan sehari-hari.
2. Siswa mampu menganalisis fenomena pipa organa tertutup pada sebuah fenomena kehidupan.

Fenomena 1.

Riko adalah anak kedua dari dua bersaudara. Riko sangat menyukai dunia musik seperti abangnya, suatu hari Riko mencoba bermain gitar ketika kakaknya sekolah. Riko mencoba memetik senar gitar tersebut dan ternyata setiap senar



akan mengeluarkan nada yang berbeda-beda, namun Riko tidak mengindahkan hal tersebut dan mulai memainkan gitar sesuai dengan yang ia inginkan walaupun bunyi yang di hasilkan cukup asik untuk di dengarkan.

Rumusan Masalah:

Buatlah rumusan masalah yang akan anda selidiki berkaitan dengan peristiwa yang unik pada cerita di atas!

Hipotesisi:

Berikan hipotesis (dugaan sementara) mengenai rumusan masalah yang telah anda susun!

Jawaban



Peristiwa kedua

Deva sedang berada di pantai karena air laut sedang surut. Deva menangkap ikan kecil dan segera membawanya ke tepi pantai, namun saat di tepi pantai kedua orang tua Deva memberitahu deva untuk menyimpan ikannya pada sebuah wadah berisi air. Deva mengambil sebuah gelas plastik bekas air gelas yang ia minum tadi dan mengambil botol kaca untuk mengambil air laut. Pada saat perjalanan



Deva mengambil air, ia tidak sengaja meniup botol karena menghela nafas seperti pada gambar di samping. Deva kaget dan meniup ujung botol dengan pelan dan terferngar bunyi, semakin penasaran, Deva meniup botol itu dengan cukup kuat dan botol tersebut menghasilkan bunyi yang semakin keras membuat deva bertanya-tanya “**Kenapa ujung botol ini bisa menghasilkan bunyi saat aku tiup ya**

Rumusan Masalah:

Buatlah rumusan masalah yang berkaitan dengan kebingungan Deva!

Hipotesisi:

Berikan hipotesis (dugaan sementara) mengenai rumusan masalah yang telah anda susun!



Pengumpulan data:

Berikanlah list sumber materi dari buku mana yang anda gunakan dalam menjawab rumusan masalah tersebut!

Kesimpulan:

Berikanlah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah berdasarkan informasi yang telah anda peroleh dan anda pahami!



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK SUMBER BUNYI

Nama Kelompok:

Tujuan Pembelajaran:

Melalui pengamatan fenomena bunyi dalam kehidupan sehari-hari, murid mampu menganalisis perbedaan sumber bunyi pada pipa organa (terbuka dan tertutup).

Fenomena:



Ibu Ida tinggal di sebuah desa yang sederhana dan masih menjunjung adat istiadat, di desa tersebut belum memiliki teknologi yang berkembang, salah satunya dalam proses masak memasak seluruh warga masih menggunakan kayu bakar dan tungku api. Ketika akan menghidupkan api untuk memasak, ibu Ida akan meniup-niup api pada kayu bakar menggunakan pipa bambu. Ketika ibu Ida meniup pipa bambu tersebut, tiupan tersebut akan menghasilkan bunyi. Pada awal menggunakan pipa bambu tersebut ibu Ida

merasa kebingungan ketika pipa tersebut mengeluarkan bunyi “**kenapa bisa keluar bunyi? Bukankah ini hanya pipa bambu biasa bukan seruling yang memiliki lubang yang banyak?**”

Rumusan Masalah:

Buatlah rumusan masalah yang berkaitan dengan kebingungan ibu Ida!

Hipotesisi:

Berikan hipotesis (dugaan sementara) mengenai rumusan masalah yang telah anda susun!



Jawab :

Peristiwa kedua

Deva sedang berada di pantai karena air laut sedang surut. Deva menangkap ikan kecil dan segera membawanya ke tepi pantai, namun saat di tepi pantai kedua orang tua Deva memberitahu deva untuk menyimpan ikannya pada sebuah wadah berisi air. Deva mengambil sebuah gelas plastik bekas air gelas yang ia minum tadi dan mengambil botol kaca untuk mengambil air laut. Pada saat perjalanan Deva mengambil air, ia tidak sengaja meniup botol karena menghela nafas seperti pada gambar di samping.



Deva kaget dan meniup ujung botol dengan pelan dan terferngar bunyi, semakin penasaran, Deva meniup botol itu dengan cukup kuat dan botol tersebut menghasilkan bunyi yang semakin keras membuat deva bertanya-tanya “**Kenapa ujung botol ini bisa menghasilkan bunyi saat aku tiup ya?**”

Rumusan Masalah:

Buatlah rumusan masalah yang berkaitan dengan kebingungan Deva!

Hipotesisi:

Berikan hipotesis (dugaan sementara) mengenai rumusan masalah yang telah anda susun!

Jawaban:

Pengumpulan data:

Berikanlah list sumber materi dari buku mana yang anda gunakan dalam menjawab rumusan masalah tersebut!

Kesimpulan:

Berikanlah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah berdasarkan informasi yang telah anda peroleh dan anda pahami!

Pertemuan 4

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (EFEK DOPPLER DAN INTENSITAS)

Nama Kelompok:



Tujuan Pembelajaran:

- Melalui penyelidikan secara berkelompok, siswa diharapkan mampu menganalisis fenomena resonansi dalam kehidupan
- Siswa mampu merumuskan masalah dan hipotesis
- Siswa mampu menarik kesimpulan.

Fenomena 1.

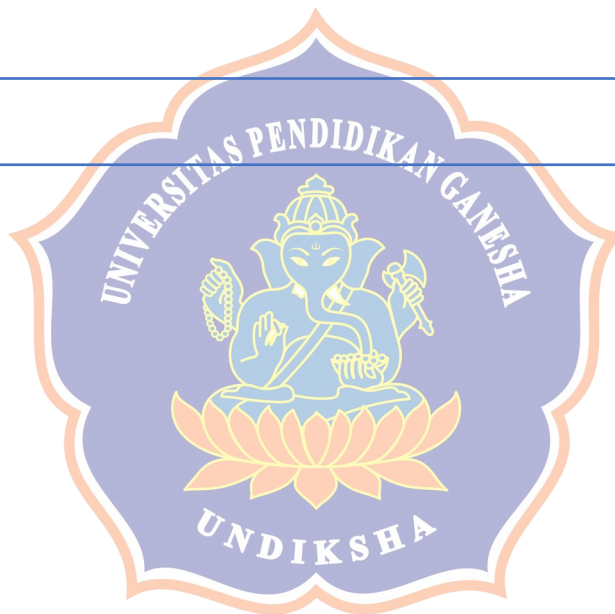
Suatu hari Andre membeli garam ke warung dengan mengendarai sepeda. Setelah membeli garam, Andre segera pulang kerumah, namun pada jarak 5 meter dari warung, andre melihat dan mendengar sirine ambulans. Andre berhenti sejenak dan memandang ambulans tersebut. Awalnya bunyi ambulans tersebut terdengar pelan, tetapi semakin mendekat andre mendengar suara sirine tersebut semakin keras hingga saat ambulans tepat di depannya Andre mendengar bunyi sirine yang sangat keras dan menusuk telinga. Andre menatap ke belakang dan melihat ambulans tersebut sudah mulai menghilang dari pandangannya dan suara sirine pun terdengar semakin pelan bahkan hampir tidak terdengar.

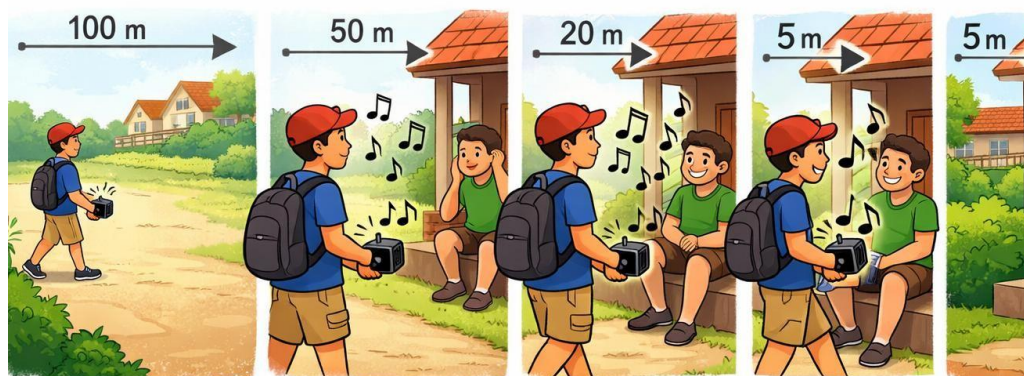
Rumusan Masalah:

Berdasarkan cerita ambulans tersebut, menurut anda bagian mana dari peristiwa tersebut yang terasa membingungkan dan menarik untuk di pertanyakan. Tuliskan pertanyaan menarik yang kalian pikirkan tersebut!

Hipotesis:

Buatlah hipotesis (dugaan sementara) yang menjawab rumusan masalah yang telah anda buat!

Jawaban

Fenomena kedua:

Suatu hari Indra pergi kerumah Edo untuk menjemput Edo memancing di sungai, seperti biasa Indra akan membawa sound kecil portabelnya yang selalu memutar lagu kesukaan mereka. Jarak rumah Edo dari rumah Indra adalah 100 meter, ketika Indra berjalan kaki menuju rumah Edo, Indra menyalakan musiknya mulai dari keluar gerbang rumahnya dengan volume yang tetap dan bersenandung. Edo yang duduk di teras menyadari suara musik yang semakin mendekat terasa semakin keras terdengar "hmm itu pasti si Indra" dan benar saja, beberapa menit kemudian jarak Indra ke rumah Edo sejauh 50 meter dan suara yang di dengar Edo semakin keras, saat jarak Indra dari rumah Edo sejauh 20 meter suara musik yang di dengar Edo semakin keras dan tidak lama Edo melihat Indra memasuki gerbang rumahnya yang berjarak 5 meter dari teras dan suara musik tersebut terdengar sangat keras dan jelas.

Rumusan Masalah:

Berdasarkan peristiwa yang di alami Edo, buatlah rumusan masalah yang berkaitan dengan hubungan jarak sumber bunyi dan keras bunyi yang diterima pendengar!!

Hipotesis:

Buatlah hipotesis (dugaan sementara) yang menjawab rumusan masalah yang telah anda buat!

Jawaban:**Pengumpulan data:**

Berikanlah list sumber materi dari buku mana yang anda gunakan dalam menjawab rumusan masalah tersebut!

Jawaban:

Kesimpulan:**Lampiran 3. Instrumen Penilaian****Instrumen Penilaian Ranah Kognitif (Pengetahuan)**

No	Nama	Aspek penilaian				Skor
		1	2	3	4	
1						
2						
3						
4						
dst						

No	Aspek	Indikator	Skor
1	Rumusan Masalah	Rumusan Masalah Tidak sesuai dengan Fenomena	1
		Rumusan Masalah mengarah atau hampir sesuai dengan Fenomena	2
		Rumusan Masalah sesuai dengan Fenomena	3
2	Hipotesis	Hipotesis Tidak sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	1
		Hipotesis mengarah atau hampir sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	2
		Hipotesis Masalah sesuai dengan Rumusan masalah yang telah di susun	3
3	Penjabaran Hasil Pemecahan Masalah	Jawaban belum mampu menjawab permasalahan	1

		Jawaban sudah mengarah pada pemecahan permasalahan	2
		Jawaban sudah sesuai dengan pemecahan permasalahan	3
4	Kesimpulan	Kesimpulan belum kuat	1
		Kesimpulan belum lengkap mencakup konsep dan inti pemecahan masalah	2
		Kesimpulan lengkap mencakup konsep dan inti pemecahan masalah	3
Penilaian: Skor Maksimum = $4 \times 3 = 12$ Skor = $\frac{\text{Skor yang diperoleh siswa}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$			

Instrumen Penilaian Ranah Afektif (Sikap)

No	Nama	Aspek penilaian			Skor
		1	2	3	
1					
2					
3					
4					
dst					

No	Sikap	Indikator	Skor		
			0	1	2
1	Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME	Siswa berdoa sebelum dan sesudah pembelajaran belangsung sebagai perwujudan rasa syukur	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi
		Siswa melaksanakan ibadah sesuai dengan keyakinan masing-masing dan saling menghormati.			
2	Penalaran Kritis	Siswa menganalisis informasi yang di peroleh dari berbagai sumber untuk menyimpulkan berdasarkan pemahaman mereka	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi

		Siswa memberikan argument yang di dasari dengan fakda atau data yang kuat dengan mengaitkan pada konsep gelombang bunyi pada kehidupan.			
3	Kolaborasi	Siswa bekerja sama dan berinteraksi dengan baik tanpa memandang perbedaan ras, suku dan agama untuk mencapai tujuan belajar	Tidak memenuhi dua indikator	Satu indikator terpenuhi	Dua indikator terpenuhi
		Siswa menghormati pendapat teman lainnya dan saling menambahkan informasi untuk saling melengkapi sehingga mampu menciptakan kesempurnaan jawaban secara konsep			

Instrumen Penilaian Ranah Psikomotorik (Keterampilan)

No	Nama	Aspek Penilaian						Skor
		1	2	3	4	5	6	
1								
2								
3								
dst								

No	Aspek	Indikator			
		1	2	3	4
1	Kejelasan saat presentasi	Volume, pelafalan dan intonasi tidak jelas	Volume, pelafalan dan intonasi kurang jelas	Volume, pelafalan dan intonasi jelas	Volume, pelafalan dan intonasi sangat jelas
2	Penguasaan materi saat presentasi	Tidak menguasai materi presentasi	Kurang menguasai materi presentasi	Sudah dapat menjelaskan materi dengan lancer	Sudah menguasai materi presentasi dengan baik
3	Identifikasi masalah	Tidak mampu	Identifikasi masalah	Mampu mengidentifikasi kasi dengan	Mampu mengidentifikasi kasi masalah

		mebgidentifikasi	masih kurang	tepat namun belum mengarah ke penyelesaian masalah	dengan baik dan mengarah ke penyelesaian masalah
4	Gagasan/solusi dalam memecahkan masalah	Tidak menyampaikan gagasan dan solusi	Menyampaikan gagasan/solusi namun kurang tepat	Menyampaikan gagasan/solusi namun hampir tepat	Menyampaikan gagasan/solusi dengan
5	Memberikan jawaban atau pertanyaan yang sesuai dengan materi presentasi	Tidak dapat menjawab pertanyaan	Menjawab tapi kurang tepat	Menjawab hampir tepat	Menjawab dengan tepat
6	Penggunaan bahasa yang tepat saat presentasi	Bahasa tidak sopan	Bahasa kurang sopan	Bahasa cukup sopan	Bahasa sangat sopan
Glosarium Amplitudo : Simpangan terjauh suatu getaran dari titik keseimbangan Elastisitas : Kemampuan suatu bahan dalam mempertahankan bentuknya setelah diberikan gaya. Frekuensi : Banyak getaran yang terjadi dalam satu detik Gaung : Bunyi pantul yang datang hampir bersamaan dengan bunyi asli Gema : Bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli terdengar Massa jenis : Massa per satuan volume suatu zat Medium : Zat perantara Panjang gelombang : Jarak satu gelombang penuh Rapatan : Daerah gelombang yang memiliki partikel berdekatan Renggangan : Daerah gelombang yang memiliki partikel berdekatan					

DAFTAR PUSTAKA

- Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Fisika Universitas Jilid 2*. Jakarta: Erlangga



LAMPIRAN IV
DATA HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS STATISTIK



Lampiran 4.1	Rekapitulasi Data Hasil <i>Pretest</i>
Lampiran 4.2	Hasil <i>Pretest</i> pada setiap Dimensi Berpikir Kritis
Lampiran 4.3	Rekapitulasi Data Hasil <i>Posttest</i>
Lampiran 4.4	Hasil <i>Posttest</i> pada setiap Dimensi Berpikir Kritis
Lampiran 4.5	<i>Output</i> SPSS Analisis Uji Normalitas
Lampiran 4.6	<i>Output</i> SPSS Analisis Uji Homogenitas
Lampiran 4.7	<i>Output</i> SPSS Analisis Uji Linearitas
Lampiran 4.8	<i>Output</i> SPSS Analisis Uji Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu Jalur

Lampiran 4. 1 Rekapitulasi Data Hasil *Pretest*

A. Kelompok Eksperimen (Model PBL Berbasis TPACK)

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Skor	Nilai
1	Ade Purwaningsih Gunapriya	2	3	1	1	1	2	0	0	0	0	10	25.0
2	Adhika Kosala	2	1	1	3	4	1	1	1	2	1	17	42.5
3	Ayu Indar Cempaka	2	2	1	0	1	1	2	2	1	0	12	30.0
4	Chris Evan Sahat Yeheskiel S.	2	2	1	2	1	2	1	2	2	0	15	37.5
5	Gresia Andriana Tasya	1	1	1	0	1	2	1	1	1	1	10	25.0
6	I Gusti Bagus Ardiyanta	0	2	1	0	4	3	3	0	1	0	14	35.0
7	I Made Widya Raditya	2	0	3	4	3	1	0	0	3	0	16	40.0
8	I Putu Ressa Dipayana	2	1	1	4	1	2	1	2	1	2	17	42.5
9	Ida Ayu Ketut Amelia	2	1	1	0	1	1	3	0	2	0	11	27.5
10	Kadek Devi Maharani	2	1	0	1	1	2	2	0	2	1	12	30.0
11	Kadek Meta Pradnyani	2	1	1	3	1	1	1	1	2	2	15	37.5
12	Kadek Nala Wiguna	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	9	22.5
13	Kadek Putri Jevania	3	2	1	2	1	1	1	1	1	0	13	32.5
14	Kadek Tio Sastra	2	2	1	0	0	1	1	0	0	2	9	22.5
15	Kadek Vina Radha	2	1	2	2	3	3	3	1	1	2	20	50.0
16	Komang Amelia	0	2	1	1	1	0	1	0	2	0	8	20.0
17	Komang Anjali Cintya	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	14	35.0
18	Komang Diana Putri	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	11	27.5
19	Komang Jarvis Kori	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	20	50.0
20	Lyla Salsabila Sabrina	2	3	1	0	1	1	1	0	0	0	9	22.5
21	Made Ayu Diah	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	12	30.0
22	Ni Putu Jui Lestari	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	12	30.0
23	Ni Putu Putri Dharma	2	1	1	0	2	1	1	1	2	0	11	27.5
24	Peter Justin Wijaya	0	0	0	0	0	4	2	0	4	0	10	25.0
25	Putu Chova Anindia	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	12	30.0
26	Putu Dimas Satria	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12	30.0
27	Putu Graceya Putri	2	1	1	4	1	1	3	2	0	2	17	42.5
28	Putu Idelia Natha	0	0	0	1	2	1	1	0	2	3	10	25.0
29	Putu Intan Purnama	2	1	1	4	3	1	2	1	1	1	17	42.5
30	Putu Kireina Arleyani	2	1	2	0	1	2	2	1	2	2	15	37.5
31	Putu Nova Wira Guna	0	3	2	1	0	0	1	3	1	3	14	35.0
32	Putu Prasetya Baskara	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10	25.0
33	Putu Shierli Arditiya	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	11	27.5
34	Putu Wahyu Suryadi	2	1	1	2	1	1	2	1	1	3	15	37.5
35	Satria Aji Andar Bayu	1	2	1	3	3	0	1	2	0	0	13	32.5

B. Kelompok Kontrol (Model PBL)

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Skor	Nilai
1	Dhika Jaya Piyasila	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	12	30.0
2	Gusti Ayu Putu P.J	3	1	1	1	1	2	3	2	2	1	17	42.5
3	I Gede Arya S.	1	2	2	3	1	1	1	0	0	0	11	27.5
4	I Gusti Agung Bayu	2	0	1	2	2	1	0	2	0	0	10	25.0
5	I Gusti Bagus Jaya	1	2	1	2	2	1	2	1	0	0	12	30
6	I Gusti Bagus Kandia	2	1	1	2	1	0	1	2	0	0	10	25
7	Ida Bagus Gemilang	2	2	2	1	3	3	2	0	0	0	15	37.5
8	Kadek Adi Darma	2	2	3	2	3	3	1	2	2	2	22	55
9	Kadek Agus Juliana	0	2	1	2	1	0	0	0	2	0	8	20
10	Kadek Diana Putra	1	0	0	2	2	0	1	2	1	0	9	22.5
11	Kadek Harista Dewi	1	1	2	2	1	2	1	2	2	0	14	35
12	Kadek Herwina Dewi	3	2	1	1	1	2	3	2	0	0	15	37.5
13	Kadek Intan Aryani	2	1	3	3	3	2	2	3	3	2	24	60
14	Kadek Paramita	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	17	42.5
15	Kadek Wili H	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0	16	40
16	Ketut Andika Pratama	2	2	2	3	3	2	1	2	2	2	21	52.5
17	Ketut Bojan Ari A	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	14	35
18	Ketut Fino Satria	1	2	2	2	1	1	2	1	0	0	12	30
19	Ketut Wisnu Arya	3	2	1	2	1	3	3	1	2	2	20	50
20	Komang Hendy	2	2	2	2	3	2	3	0	0	2	18	45
21	Komang Ryana	2	2	2	2	1	2	0	0	3	1	15	37.5
22	Komang Suteja	2	1	1	2	1	1	0	1	2	0	11	27.5
23	Komang Triani	1	2	1	1	1	2	1	1	2	0	12	30
24	Meisya Kharisma	2	1	1	0	2	2	0	2	2	0	12	30
25	Ni Luh Aura Natania	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	14	35
26	Ni Kadek Vika	2	2	2	0	2	3	2	2	2	0	17	42.5
27	Ni Nyoman Jelita	1	2	2	3	3	2	2	0	0	0	15	37.5
28	Nyoman Elo	2	1	1	1	2	2	1	1	1	0	12	30
29	Putu Andra Priangga	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	15	37.5
30	Putu Arya Pratama	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	23	57.5
31	Putu Dea Alensya Putri	1	2	2	2	1	1	3	0	0	0	12	30
32	Putu Fuji Astina Putri	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	14	35
33	I Putu Ananta Satya	2	2	2	3	4	3	1	0	0	0	17	42.5
34	Putu Ayunda Pramesti	1	1	1	2	1	2	1	2	1	0	12	30

Lampiran 4.2 Hasil *Pretest* pada setiap Dimensi Berpikir Kritis**A. Kelompok Eksperimen (PBL Berbasis TPACK)**

No. Responden	D1		To- tal	D2		To- tal	D3		To- tal	D4		To- tal	D5		To- tal
	1	4		5	9		2	8		3	7		6	0	
1	2	1	37.5	1	0	12.5	3	0	37.5	1	0	12.5	2	0	25
2	2	3	62.5	4	2	75	1	1	25	1	1	25	1	1	25
3	2	0	25	1	1	25	2	2	50	1	2	37.5	1	0	12.5
4	2	2	50	1	2	37.5	2	2	50	1	1	25	2	0	25
5	1	0	12.5	1	1	25	1	1	25	1	1	25	2	1	37.5
6	0	0	0	4	1	62.5	2	0	25	1	3	50	3	0	37.5
7	2	4	75	3	3	75	0	0	0	3	0	37.5	1	0	12.5
8	2	4	75	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25	2	2	50
9	2	0	25	1	2	37.5	1	0	12.5	1	3	50	1	0	12.5
10	2	1	37.5	1	2	37.5	1	0	12.5	0	2	25	2	1	37.5
11	2	3	62.5	1	2	37.5	1	1	25	1	1	25	1	2	37.5
12	2	1	37.5	1	1	25	1	1	25	1	0	12.5	1	0	12.5
13	3	2	62.5	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	1	0	12.5
14	2	0	25	0	0	0	2	0	25	1	1	25	1	2	37.5
15	2	2	50	3	1	50	1	1	25	2	3	62.5	3	2	62.5
16	0	1	12.5	1	2	37.5	2	0	25	1	1	25	0	0	0
17	2	2	50	1	2	37.5	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25
18	2	0	25	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	1	1	25
19	2	2	50	3	2	62.5	2	1	37.5	2	2	50	2	2	50
20	2	0	25	1	0	12.5	3	0	37.5	1	1	25	1	0	12.5
21	2	1	37.5	1	2	37.5	1	1	25	1	1	25	1	1	25
22	1	2	37.5	1	1	25	1	1	25	1	1	25	1	2	37.5
23	2	0	25	2	2	50	1	1	25	1	1	25	1	0	12.5
24	0	0	0	0	4	50	0	0	0	0	2	25	4	0	50
25	2	2	50	1	1	25	1	1	25	1	1	25	1	1	25
26	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25
27	2	4	75	1	0	12.5	1	2	37.5	1	3	50	1	2	37.5
28	0	1	12.5	2	2	50	0	0	0	0	1	12.5	1	3	50
29	2	4	75	3	1	50	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25
30	2	0	25	1	2	37.5	1	1	25	2	2	50	2	2	50
31	0	1	12.5	0	1	12.5	3	3	75	2	1	37.5	0	3	37.5
32	2	1	37.5	1	1	25	1	1	25	1	1	25	1	0	12.5
33	2	1	37.5	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	1	0	12.5
34	2	2	50	1	1	25	1	1	25	1	2	37.5	1	3	50
35	1	3	50	3	0	37.5	2	2	50	1	1	25	0	0	0
Rata-rata	38.57		35,00		28.57		31.07		28.57						

B. Kelompok Kontrol (Model PBL)

No. Responden	D1		Total	D2		Total	D3		Total	D4		Total	D5		Total
	1	4		5	9		2	8		3	7		6	0	
1	1	1	25	1	1	25	2	1	37.5	1	1	25	2	1	37.5
2	3	1	50	1	2	37.5	1	2	37.5	1	3	50	2	1	37.5
3	1	3	50	1	0	12.5	2	0	25	2	1	37.5	1	0	12.5
4	2	2	50	2	0	25	0	2	25	1	0	12.5	1	0	12.5
5	1	2	37.5	2	0	25	2	1	37.5	1	2	37.5	1	0	12.5
6	2	2	50	1	0	12.5	1	2	37.5	1	1	25	0	0	0
7	2	3	62.5	4	0	50	2	0	25	2	1	37.5	3	0	37.5
8	2	1	37.5	3	0	37.5	2	0	25	2	2	50	3	0	37.5
9	2	2	50	3	2	62.5	2	2	50	3	1	50	3	2	62.5
10	0	2	25	1	2	37.5	2	0	25	1	0	12.5	0	0	0
11	1	2	37.5	2	1	37.5	0	2	25	0	1	12.5	0	0	0
12	1	2	37.5	1	2	37.5	1	2	37.5	2	1	37.5	2	0	25
13	3	1	50	1	0	12.5	2	2	50	1	3	50	2	0	25
14	2	3	62.5	3	3	75	1	3	50	3	2	62.5	2	2	50
15	2	1	37.5	1	2	37.5	2	2	50	3	1	50	1	2	37.5
16	2	2	50	1	1	25	2	2	50	2	2	50	2	0	25
17	2	3	62.5	3	2	62.5	2	2	50	2	1	37.5	2	2	50
18	1	2	37.5	1	1	25	2	1	37.5	2	1	37.5	2	1	37.5
19	1	2	37.5	1	0	12.5	2	1	37.5	2	2	50	1	0	12.5
20	3	2	62.5	1	2	37.5	2	1	37.5	1	3	50	3	2	62.5
21	2	2	50	3	0	37.5	2	0	25	2	3	62.5	2	2	50
22	2	2	50	1	3	50	2	0	25	2	0	25	2	1	37.5
23	2	2	50	1	2	37.5	1	1	25	1	0	12.5	1	0	12.5
24	1	1	25	1	2	37.5	2	1	37.5	1	1	25	2	0	25
25	2	0	25	2	2	50	1	2	37.5	1	0	12.5	2	0	25
26	2	0	25	2	2	50	2	2	50	2	2	50	3	0	37.5
27	2	1	37.5	1	2	37.5	1	1	25	1	2	37.5	2	1	37.5
28	1	3	50	3	0	37.5	2	0	25	2	2	50	2	0	25
29	2	1	37.5	2	1	37.5	1	1	25	1	1	25	2	0	25
30	2	2	50	1	2	37.5	2	1	37.5	1	1	25	2	1	37.5
31	2	2	50	3	3	75	2	2	50	3	2	62.5	2	2	50
32	1	2	37.5	1	1	25	1	2	37.5	1	1	25	2	0	25
33	1	2	37.5	1	0	12.5	2	0	25	2	3	62.5	1	0	12.5
34	2	1	37.5	1	2	37.5	1	2	37.5	1	1	25	1	2	37.5
Rata-rata	43.38			36.76			35.66			37.50			29.78		

Lampiran 4. 3 Rekapitulasi Data Hasil *Posttest***A. Kelompok Eksperimen (PBL Berbasis TPACK)**

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	To-tal Skor	Nilai
1	Ade Purwaningsih Gunapriya	4	3	3	4	2	3	2	3	3	4	31	77.5
2	Adhika Kosala	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	38	95
3	Ayu Indar Cempaka	4	2	3	0	2	3	2	4	4	2	26	65
4	Chris Evan Sahat Yeheskiel S.	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	38	95
5	Gresia Andriana Tasya	2	3	2	4	2	3	4	2	2	2	26	65
6	I Gusti Bagus Ardiyanta	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	38	95
7	I Made Widya Raditya	3	3	3	4	4	3	3	2	4	3	32	80
8	I Putu Ressa Dipayana	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	36	90
9	Ida Ayu Ketut Amelia	3	4	4	4	4	4	4	3	2	3	35	87.5
10	Kadek Devi Maharani	1	2	2	4	3	2	2	3	3	2	24	60
11	Kadek Meta Pradnyani	3	3	4	4	4	3	4	4	4	2	35	87.5
12	Kadek Nala Wiguna	4	4	3	4	4	3	2	3	3	0	30	75
13	Kadek Putri Jevania	3	2	3	4	2	3	4	2	3	2	28	70
14	Kadek Tio Sastra	1	4	3	2	3	4	3	0	0	0	20	50
15	Kadek Vina Radha	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	38	95
16	Komang Amelia	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	35	87.5
17	Komang Anjali Cintya	4	3	2	4	4	3	4	3	3	3	33	82.5
18	Komang Diana Putri	3	3	4	4	2	2	4	3	2	3	30	75
19	Komang Jarvis Kori	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	36	90
20	Lyla Salsabila Sabrina	4	3	2	4	3	2	2	3	3	3	29	72.5
21	Made Ayu Diah	2	3	3	4	4	4	2	3	4	4	33	82.5
22	Ni Putu Jui Lestari	2	3	4	4	4	4	3	4	2	4	34	85
23	Ni Putu Putri Dharma	2	3	3	4	4	2	3	3	4	3	31	77.5
24	Peter Justin Wijaya	4	3	3	4	3	3	2	2	3	0	27	67.5
25	Putu Chova Anindia	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	36	90
26	Putu Dimas Satria	1	3	3	4	3	3	3	3	2	3	28	70
27	Putu Graceya Putri	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	37	92.5
28	Putu Idelia Natha	2	2	3	4	3	2	3	3	4	3	29	72.5
29	Putu Intan Purnama	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	97.5
30	Putu Kireina Arleyani	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	38	95
31	Putu Nova Wira Guna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	97.5

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	To-tal Skor	Nilai
32	Putu Prasetya Baskara	2	3	2	4	2	3	3	0	2	0	21	52.5
33	Putu Shierli Arditiya	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	30	75
34	Putu Wahyu Suryadi	3	3	2	4	2	2	2	3	2	2	25	62.5
35	Satria Aji Andar Bayu	4	4	2	4	4	3	3	4	3	3	34	85

B. Kelompok Kontrol (Model PBL)

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Skor	Nilai
1	Dhika Jaya Piyasila	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	24	60
2	Gusti Ayu Putu Pranita	3	2	2	1	3	2	1	2	2	4	22	55
3	I Gede Arya S.	2	3	2	4	4	2	2	3	3	2	27	67.5
4	I Gusti Agung Bayu	4	3	2	2	4	2	2	2	2	0	23	57.5
5	I Gusti Bagus Jaya	3	3	3	3	2	2	2	3	4	2	27	67.5
6	I Gusti Bagus Kandia Waganam	3	2	2	2	2	3	2	2	4	0	22	55
7	I Putu Ananta Satya Putra	3	4	2	2	2	2	2	2	3	2	24	60
8	Ida Bagus Gemilang	3	3	3	4	4	4	3	2	3	2	31	77.5
9	Kadek Adi Darma	4	3	2	4	4	4	4	3	4	2	34	85
10	Kadek Agus Juliana	3	3	2	2	4	3	2	3	3	0	25	62.5
11	Kadek Diana Putra	3	3	2	4	4	3	4	2	4	4	33	82.5
12	Kadek Harista D.	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	22	55
13	Kadek Herwina D.	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	28	70
14	Kadek Intan A.	3	4	3	4	4	2	3	2	4	3	32	80
15	Kadek Paramita	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	23	57.5
16	Kadek Wili H	3	4	0	0	4	4	3	3	3	0	24	60
17	Ketut Andika P	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	35	87.5
18	Ketut Bojan Ari A	3	3	2	3	4	2	1	1	1	0	20	50
19	Ketut Fino Satria	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	50
20	Ketut Wisnu Arya	3	3	4	4	4	3	3	2	4	4	34	85
21	Komang Hendy	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	50
22	Komang Ryana	3	2	2	2	4	2	4	3	4	3	29	72.5
23	Komang Suteja	4	3	2	3	4	3	2	2	2	0	25	62.5
24	Komang Triani	3	2	3	3	4	2	2	3	4	3	29	72.5
25	Meisya Kharisma	3	3	4	2	4	3	2	2	4	2	29	72.5
26	Ni Kadek Vika O	4	3	3	3	2	3	4	2	4	0	28	70
27	Ni Luh Aura N	4	3	3	2	3	3	3	3	2	2	28	70
28	Ni Nyoman Jelita	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	22	55

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Skor	Nilai
29	Nyoman Elo	3	3	4	4	3	2	3	4	3	4	33	82.5
30	Putu Andra P	3	3	2	4	2	3	2	3	4	2	28	70
31	Putu Arya Pratama	2	3	2	4	4	3	4	3	3	3	31	77.5
32	Putu Ayunda P	3	2	3	0	4	3	2	2	2	2	23	57.5
33	Putu Dea Alensya	3	2	2	4	4	3	3	3	2	2	28	70
34	Putu Fuji Astina	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	25	62.5



Lampiran 4. 4 Hasil *Posttest* pada Setiap Dimensi Berpikir Kritis

A. Kelompok Eksperimen (PBL Berbasis TPACK)

No. Respo- nden	D1		Tot al	D2		Tota l	D3		Tota l	D4		Tota l	D5		Tota l
	1	4		5	9		2	8		3	7		6	10	
1	4	4	100	2	3	62.5	3	3	75	3	2	62.5	3	4	87.5
2	4	4	100	4	4	100	4	3	87.5	4	4	100	3	4	87.5
3	4	0	50	2	4	75	2	4	75	3	2	62.5	3	2	62.5
4	4	4	100	4	4	100	4	4	100	3	3	75	4	4	100
5	2	4	75	2	2	50	3	2	62.5	2	4	75	3	2	62.5
6	4	4	100	4	4	100	3	4	87.5	3	4	87.5	4	4	100
7	3	4	87.5	4	4	100	3	2	62.5	3	3	75	3	3	75
8	2	4	75	4	4	100	3	4	87.5	4	4	100	4	3	87.5
9	3	4	87.5	4	2	75	4	3	87.5	4	4	100	4	3	87.5
10	1	4	62.5	3	3	75	2	3	62.5	2	2	50	2	2	50
11	3	4	87.5	4	4	100	3	4	87.5	4	4	100	3	2	62.5
12	4	4	100	4	3	87.5	4	3	87.5	3	2	62.5	3	0	37.5
13	3	4	87.5	2	3	62.5	2	2	50	3	4	87.5	3	2	62.5
14	1	2	37.5	3	0	37.5	4	0	50	3	3	75	4	0	50
15	4	3	87.5	4	3	87.5	4	4	100	4	4	100	4	4	100
16	3	4	87.5	4	3	87.5	3	3	75	4	3	87.5	4	4	100
17	4	4	100	4	3	87.5	3	3	75	2	4	75	3	3	75
18	3	4	87.5	2	2	50	3	3	75	4	4	100	2	3	62.5
19	4	4	100	4	3	87.5	3	4	87.5	3	4	87.5	3	4	87.5
20	4	4	100	3	3	75	3	3	75	2	2	50	2	3	62.5
21	2	4	75	4	4	100	3	3	75	3	2	62.5	4	4	100
22	2	4	75	4	2	75	3	4	87.5	4	3	87.5	4	4	100
23	2	4	75	4	4	100	3	3	75	3	3	75	2	3	62.5
24	4	4	100	3	3	75	3	2	62.5	3	2	62.5	3	0	37.5
25	3	4	87.5	4	3	87.5	4	4	100	4	3	87.5	4	3	87.5
26	1	4	62.5	3	2	62.5	3	3	75	3	3	75	3	3	75
27	4	4	100	4	4	100	4	4	100	3	3	75	4	3	87.5
28	2	4	75	3	4	87.5	2	3	62.5	3	3	75	2	3	62.5
29	4	4	100	4	4	100	4	4	100	4	4	100	4	3	87.5
30	4	4	100	4	3	87.5	4	4	100	4	4	100	3	4	87.5
31	4	4	100	4	4	100	4	4	100	4	4	100	4	3	87.5
32	2	4	75	2	2	50	3	0	37.5	2	3	62.5	3	0	37.5
33	3	2	62.5	4	3	87.5	3	3	75	3	3	75	3	3	75
34	3	4	87.5	2	2	50	3	3	75	2	2	50	2	2	50
35	4	4	100	4	3	87.5	4	4	100	2	3	62.5	3	3	75
Rata-rata	85.36			81.43			79.28			78.93			74.64		

B. Kelompok Kontrol (Model PBL)

No. Respon- den	D1		To- tal	D2		To- tal	D3		To- tal	D4		To- tal	D5		To- tal
	1	4		5	9		2	8		3	7		6	10	
1	2	3	62.5	3	2	62.5	3	2	62.5	2	2	50	2	3	62.5
2	3	1	50	3	2	62.5	2	2	50	2	1	37.5	2	4	75
3	2	4	75	4	3	87.5	3	3	75	2	2	50	2	2	50
4	4	2	75	4	2	75	3	2	62.5	2	2	50	2	0	25
5	3	3	75	2	4	75	3	3	75	3	2	62.5	2	2	50
6	3	2	62.5	2	4	75	2	2	50	2	2	50	3	0	37.5
7	3	2	62.5	2	3	62.5	4	2	75	2	2	50	2	2	50
8	3	4	87.5	4	3	87.5	3	2	62.5	3	3	75	4	2	75
9	4	4	100	4	4	100	3	3	75	2	4	75	4	2	75
10	3	2	62.5	4	3	87.5	3	3	75	2	2	50	3	0	37.5
11	3	4	87.5	4	4	100	3	2	62.5	2	4	75	3	4	87.5
12	2	3	62.5	3	2	62.5	2	2	50	2	2	50	2	2	50
13	3	3	75	3	4	87.5	2	3	62.5	3	2	62.5	2	3	62.5
14	3	4	87.5	4	4	100	4	2	75	3	3	75	2	3	62.5
15	3	2	62.5	3	2	62.5	3	2	62.5	2	2	50	2	2	50
16	3	0	37.5	4	3	87.5	4	3	87.5	0	3	37.5	4	0	50
17	3	4	87.5	4	4	100	3	3	75	4	3	87.5	3	4	87.5
18	3	3	75	4	1	62.5	3	1	50	2	1	37.5	2	0	25
19	2	2	50	2	2	50	2	2	50	2	2	50	2	2	50
20	3	4	87.5	4	4	100	3	2	62.5	4	3	87.5	3	4	87.5
21	2	2	50	2	2	50	2	2	50	2	2	50	2	2	50
22	3	2	62.5	4	4	100	2	3	62.5	2	4	75	2	3	62.5
23	4	3	87.5	4	2	75	3	2	62.5	2	2	50	3	0	37.5
24	3	3	75	4	4	100	3	3	62.5	3	2	62.5	2	3	62.5
25	3	2	62.5	4	4	100	3	2	62.5	4	2	75	3	2	62.5
26	4	3	87.5	2	4	75	3	2	62.5	3	4	87.5	3	0	37.5
27	4	2	75	3	2	62.5	3	3	75	3	3	75	3	2	62.5
28	3	2	62.5	3	2	62.5	2	2	50	2	2	50	2	2	50
29	3	4	87.5	3	3	75	3	4	87.5	4	3	87.5	2	4	75
30	3	4	87.5	2	4	75	3	3	75	2	2	50	3	2	62.5
31	2	4	75	4	3	87.5	3	3	75	2	4	75	3	3	75
32	3	0	37.5	4	2	75	2	2	50	3	2	62.5	3	2	62.5
33	3	4	87.5	4	2	75	2	3	62.5	2	3	62.5	3	2	62.5
34	3	3	75	3	3	75	2	2	50	2	2	50	3	2	62.5
Rata-rata	71.69		78.68		64.34		61.03		58.09						

Lampiran 4. 5 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

model		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest	Eksperimen (PBL TPACK)	.162	35	.021	.945	35	.080
	Kontrol (PBL)	.159	34	.028	.942	34	.069
postets	Eksperimen (PBL TPACK)	.119	35	.200 [*]	.944	35	.076
	Kontrol (PBL)	.121	34	.200 [*]	.949	34	.118

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

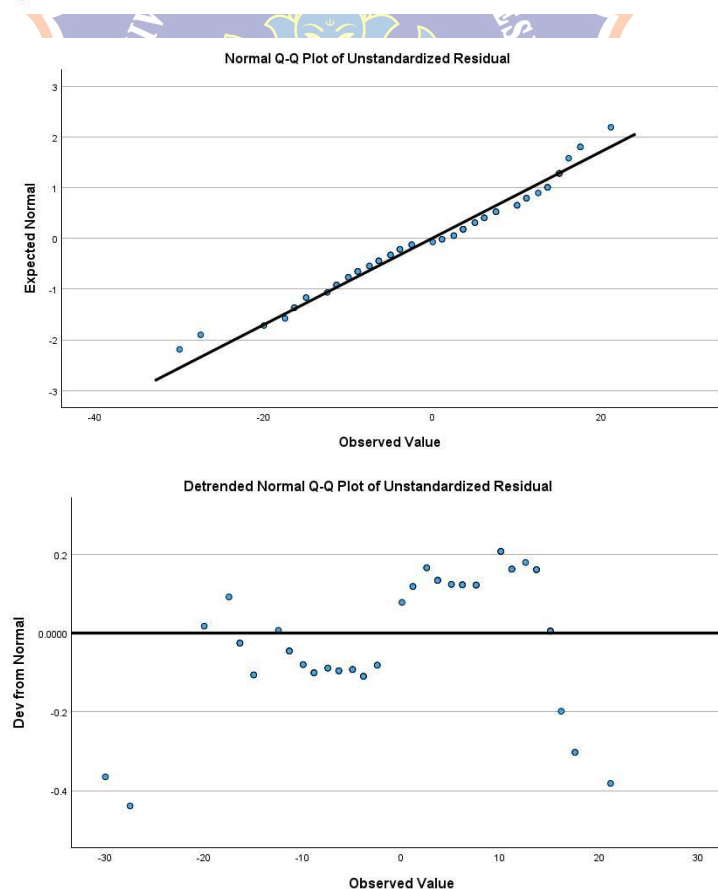
a. Lilliefors Significance Correction

Uji Normalitas dengan Data Residu

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.087	69	.200 [*]	.970	69	.100

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

a. Lilliefors Significance Correction



Lampiran 4. 6 *Output* SPSS Analisis Uji Homogenitas**Tests of Homogeneity of Variances**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pretest	Based on Mean	1.109	1	67	.296
	Based on Median	1.052	1	67	.309
	Based on Median and with adjusted df	1.052	1	64.113	.309
	Based on trimmed mean	1.102	1	67	.298
postets	Based on Mean	1.151	1	67	.287
	Based on Median	.979	1	67	.326
	Based on Median and with adjusted df	.979	1	62.937	.326
	Based on trimmed mean	1.096	1	67	.299



Lampiran 4. 7 *Output* SPSS Analisis Uji Linearitas**ANOVA Table**

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
postets * pretest	Between Groups	(Combined)	2818.220	15	187.881	1.000	.469
		Linearity	1065.527	1	1065.527	5.671	.021
		Deviation from Linearity	1752.693	14	125.192	.666	.796
	Within Groups		9958.048	53	187.888		
	Total		12776.268	68			



Lampiran 4. 8 *Output* SPSS Analisis Uji Analisis Kovarian (ANAKOVA) Satu Jalur

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: postets

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5184.833 ^a	2	2592.416	22.538	<.001
Intercept	10978.805	1	10978.805	95.450	<.001
pretest	2196.254	1	2196.254	19.094	<.001
model	4119.306	1	4119.306	35.813	<.001
Error	7591.435	66	115.022		
Total	384943.750	69			
Corrected Total	12776.268	68			

a. R Squared = .406 (Adjusted R Squared = .388)

Uji Estimated Marginal Means

Estimates

Dependent Variable: Posttest

Kelompok	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PBL TPACK	81.019 ^a	1.903	77.219	84.819
PBL konvensional	65.201 ^a	1.932	61.343	69.058

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 34.49.



LAMPIRAN V
DOKUMENTASI PENELITIAN



Lampiran 5.1	Dokumentasi Uji Coba Instrumen
Lampiran 5.2	Dokumentasi Pelaksanaan <i>Pretest</i>
Lampiran 5.3	Dokumentasi Pemberian Perlakuan
Lampiran 5.4	Dokumentasi Pelaksanaan <i>Posttest</i>



Lampiran 5. 1 Dokumentasi Uji Coba Instrumen



Uji Coba Instrumen Penelitian di Kelas XII.C SMA Negeri 3 Singaraja



Uji Coba Instrumen Penelitian di Kelas XII.B SMA Negeri 3 Singaraja

Lampiran 5. 2 Dokumentasi Pelaksanaan *Pretest*

Pretest kelas eksperimen



Pretest kelas eksperimen

Lampiran 5. 3 Dokumentasi Perlakuan

Kelompok Eksperimen Kelas XI .1	Kelompok Kontrol XI .3
	
Pertemuan 1 Kelompok Eksperimen	Pertemuan 1 Kelompok Kontrol
	
Pertemuan 2 Kelompok Eksperimen	Pertemuan 2 Kelompok Kontrol
	
Pertemuan 3 Kelompok Eksperimen	Pertemuan 3 Kelompok Kontrol



Pertemuan 4 Kelompok Eksperimen



Pertemuan 4 Kelompok Kontrol



Lampiran 5. 4 Dokumentasi Pelaksanaan *Posttest*



Posttest Kelas Eksperimen



Posttest Kelas Kontrol

LAMPIRAN VI
DOKUMENTASI PENELITIAN



Lampiran 6.1 Surat izin Penelitian



Lampiran 6. 1 Surat Izin Penelitian



පිළිගිලුප්‍රාප්තිකයා
PEMERINTAH PROVINSI BALI

අධ්‍යාපන දෙපාර්තමේන්තුව
SMA NEGERI 1 SERIRIT

අභ්‍යන්තර පාලන කාර්යාලය, 100 Seririt, ටෙලිෆෝන (0362) 92084

Jalan Diponegoro No. 100 Seririt. Telepon (0362) 92084
Laman : www.sman1ser.sch.id. E-mail : info@sman1seririt.sch.id



SURAT KETERANGAN

No: B.31.000.9/694/SMAN1Seririt/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Seririt menerangkan bahwa:

Nama : Ni Made Meriantari
NIM : 2213021003
Program Studi : S1 Pendidikan Fisika
Fakultas : FMIPA
Universitas : Universitas Pendidikan Ganesha .

diberikan izin untuk melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Seririt untuk keperluan penyelesaian skripsi yang berjudul “PENGARUH MODEL PROBLEM BASED LEARNING BERBASIS TPACK TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA DALAM PEMBELAJARAN FISIKA SMA”.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Seririt, 26 Februari 2026



Ditandatangani secara elektronik oleh :
KEPALA SEKOLAH
Ngurah Putu Wiswayana, S.Pd., M.Pd
NIP. 19730928 199801 1 002

RIWAYAT HIDUP



Ni Made Meriantari lahir di desa Tommo, pada 31 Maret 2004. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak I Wayan Bawo dan Ni Ketut Sri Nasih. Penulis memulai pendidikan formal di SD Inpres Tommo 1 dan lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Tommo dan lulus pada tahun 2019. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMA negeri 1 Pangale dan lulus pada tahun 2022. Pada bulan agustus 2022, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri di Universitas Pendidikan Ganesha dengan program studi pendidikan fisika. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Fisika dan Pengajaran IPA. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd), penulis menyusun skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbasis TPACK terhadap Keterampilan Berpikir kritis siswa dalam Pembelajaran Fisika SMA.