

LAMPIRAN-LAMPIRAN



LAMPIRAN I
INSTRUMEN PENELITIAN



- Lampiran 1.1:** Kisi-Kisi Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Diujicobakan
- Lampiran 1.2:** Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Diujicobakan
- Lampiran 1.3:** Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Diujicobakan
- Lampiran 1.4:** Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Diujicobakan
- Lampiran 1.5:** Kisi-Kisi Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian
- Lampiran 1.6:** Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian
- Lampiran 1.7:** Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian
- Lampiran 1.8:** Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian

Lampiran 1.1 Kisi-Kisi Tes Kemampuan Berpikir Kritis Yang Diujicobakan

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis	Nomor Butir Soal	Deskripsi Soal
1	Fokus pada Pertanyaan atau Masalah	Menguraikan komponen-komponen kunci dari fenomena yang diberikan	1,2	1. Identifikasi komponen permasalahan pada fenomena gelombang bunyi berkaitan dengan frekuensi, amplitudo, dan medium perambatan bunyi 2. Menentukan faktor utama yang mempengaruhi terjadinya fenomena bunyi berdasarkan konsep gelombang bunyi
		Mengidentifikasi bagian rumusan permasalahan dari fenomena yang diberikan	3,4	1. Merumuskan pertanyaan ilmiah yang relevan untuk menyelidiki pengaruh frekuensi bunyi terhadap tinggi nada 2. Mengidentifikasi variabel-variabel penting yang memengaruhi fenomena bunyi dalam suatu konteks tertentu
2	Menganalisis Argumen	Mengaitkan argumen dari fenomena yang	5,6	3. Menganalisis kebenaran suatu argumen tentang

		diberikan dengan konsep fisika		hubungan intensitas bunyi berdasarkan konsep gelombang bunyi 4. Menjelaskan suatu pernyataan menggunakan konsep frekuensi dan amplitudo gelombang bunyi.
		Mampu menyajikan argumen tandingan atau klarifikasi berdasarkan prinsip fisika	7,8	5. Memberikan argumen sanggahan terhadap pernyataan yang keliru tentang sifat gelombang bunyi 6. Menilai kebenaran pendapat tertentu berdasarkan prinsip gelombang bunyi
3	Memberikan Penjelasan	Menguraikan proses fisis secara berurutan dan logis	9,10	7. Menjelaskan proses perambatan gelombang bunyi secara logis dan runtut 8. Menjelaskan hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan cepat rambat bunyi
		Mampu mengklarifikasi kondisi-kondisi	11,12	9. Menentukan apakah suatu pernyataan

		di mana penjelasan tersebut benar atau salah		tentang gelombang bunyi benar atau salah disertai alasan ilmiah 10. Menjelaskan kondisi tertentu yang mempengaruhi kuat atau lemah bunyi
4	Menarik kesimpulan	Mampu menghubungkan pola data yang relevan.	13,14	11. Menarik kesimpulan berdasarkan hubungan antara frekuensi bunyi dan tinggi nada 12. Menyimpulkan pengaruh amplitudo terhadap kuat bunyi berdasarkan hasil pengamatan
		Mampu menarik kesimpulan yang koheren dan didukung oleh data yang diberikan.	15,16	13. Menarik kesimpulan tentang karakteristik gelombang bunyi berdasarkan perbedaan kondisi percobaan 14. Menyimpulkan sifat gelombang bunyi berdasarkan konsep yang telah dipelajari
5	Mengevaluasi argumen dan sumber	Mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menyebabkan ketidakteraturan	17,18	15. Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan hasil pengamatan

		pada setiap metode		gelombang bunyi menjadi tidak sesuai 16. Mengevaluasi pengaruh variabel luar terhadap pengamatan gelombang bunyi
		Mampu membuat keputusan atau rekomendasi yang beralasan kuat	19,20	17. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keakuratan pengamatan gelombang bunyi 18. Menentukan hasil yang paling valid dari dua data pengamatan gelombang bunyi dan memberikan alasan ilmiah



Lampiran 1.2: Tes Kemampuan Berpikir Kritis Yang Diujicobakan

TES KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

MATERI GELOMBANG BUNYI

Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Gelombang Bunyi
Hari/Tanggal	: 24 Februari 2026

**Petunjuk Pengerjaan*

1. Tuliskan identitas (nama, kelas, dan nomor absen) pada lembar jawaban.
2. Bacalah setiap soal dengan teliti sebelum menjawab.
3. Kerjakan soal yang dianggap paling mudah terlebih dahulu.
4. Tulis jawaban dengan rapi dan jelas.
5. Sertakan langkah-langkah perhitungan untuk soal hitungan.
6. Periksa kembali jawaban sebelum dikumpulkan.
7. Dilarang bekerja sama atau menyontek selama ujian berlangsung.

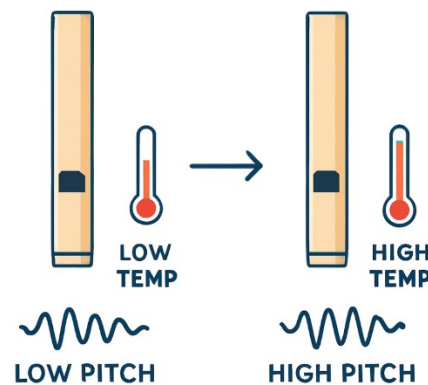
1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Seorang siswa melakukan percobaan dengan sebuah tali panjang yang diikat pada statif. Ia menggetarkan salah satu ujung tali dan mengamati gelombang merambat sepanjang tali. Ketika frekuensi getaran diperbesar menjadi dua kali lipat, siswa tersebut terkejut karena gelombang tetap merambat dengan kecepatan yang sama. Uraikan komponen masalah utama yang harus dianalisis untuk memahami mengapa kecepatan rambatnya tetap!

2. Dalam praktikum lanjutan dari soal nomor satu, siswa mencoba menggunakan tali yang sama tetapi mengganti beban pemberat sehingga tali menjadi lebih tegang. Ia melihat bahwa gelombang kini merambat **lebih cepat dibandingkan** sebelumnya. Sebutkan variabel yang menentukan cepat rambat gelombang transversal pada sebuah tali yang tegang!

3. Seorang peserta didik ingin meneliti lebih lanjut hubungan antara tegangan pada tali dan kecepatan rambat gelombang. Ia menyadari bahwa untuk memahami fenomena tersebut, diperlukan pertanyaan ilmiah yang tepat sebelum melakukan percobaan. Tuliskan dua pertanyaan ilmiah yang relevan untuk meneliti hubungan antara tegangan tali dengan kecepatan merambatnya gelombang!
4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Saat meniup pipa organa di laboratorium fisika, seorang siswa memperhatikan bahwa ketika suhu udara di dalam ruangan meningkat pada siang hari, nada bunyi yang dihasilkan pipa terdengar sedikit berbeda dibandingkan saat pagi hari. Pada sebuah pipa organa, perubahan suhu udara di dalam pipa ternyata mengubah nada (frekuensi) yang dihasilkan. Identifikasi variabel-variabel penting yang terlibat dalam fenomena perubahan nada tersebut!

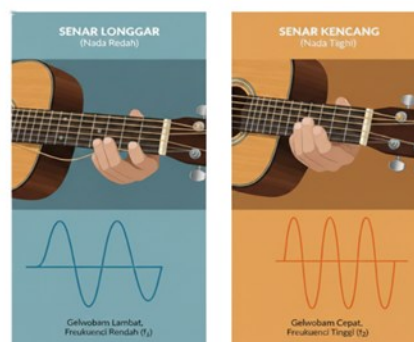
5. Dalam sebuah diskusi kelas, seorang siswa berpendapat bahwa ketika seseorang berteriak lebih keras, suara tersebut akan lebih cepat sampai ke telinga pendengar dibandingkan suara pelan. Menurutnya, suara yang keras memiliki “energi lebih besar” sehingga bisa merambat lebih cepat di udara. Analisislah argumen berikut: “semakin keras seseorang berteriak (amplitudo besar), maka bunyi tersebut akan merambat lebih cepat di udara sehingga lebih cepat sampai ke telinga pendengar”. Menurut anda, apakah argumen ini tepat? Jelaskan alasannya!
6. Seorang siswa menggunakan simulasi gelombang pada komputer. Ia mengatur agar gelombang memiliki kecepatan rambat yang tetap, lalu memperkecil panjang gelombang yang ditampilkan di layar. Siswa tersebut memperhatikan bahwa pola gelombang berubah meskipun medium tidak diubah. Dalam sebuah simulasi, panjang gelombang diperkecil namun kecepatan rambat gelombang tetap konstan. Analisislah mengapa hal tersebut dapat terjadi ditinjau dari konsep frekuensi!
7. Saat belajar mandiri, seorang siswa membaca di internet bahwa gelombang adalah bentuk energi. Ia kemudian menyimpulkan bahwa gelombang mekanik seperti bunyi seharusnya bisa merambat di ruang hampa, karena energi tidak membutuhkan medium. Berikan argumentasi dengan bahasa anda sendiri terhadap pernyataan: “gelombang mekanik dapat merambat di ruang hampa udara karena gelombang adalah energi”

8. Dalam diskusi tentang gelombang laut, seorang siswa mengatakan bahwa agar gelombang laut dapat memindahkan benda dari tengah laut ke pantai, kita hanya perlu memperbesar tinggi gelombangnya. Menurutnya, gelombang yang tinggi pasti mendorong benda hingga ke tepian. Berikan argumen tandingan berdasarkan konsep perambatan gelombang!
9. Saat berada di bawah jembatan beton atau di dalam terowongan, suara knalpot motor seringkali terdengar jauh lebih keras dan bergema dibandingkan saat berada di jalan terbuka.



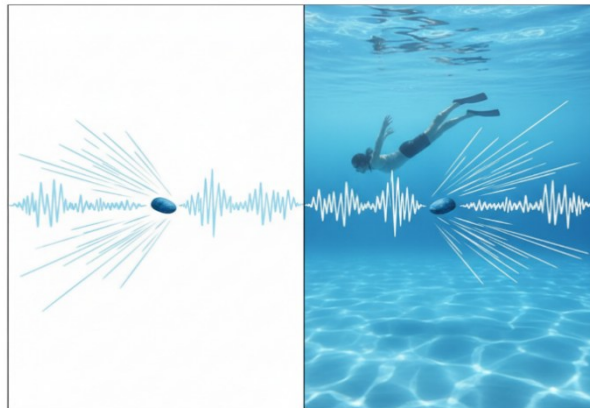
Berikan penjelasan tentang alur terjadinya perpaduan gelombang suara (superposisi) yang memantul dari dinding terowongan sehingga menciptakan suara yang lebih kuat di titik-titik tertentu!

10. Seorang gitaris memutar tuning peg untuk mengencangkan senar agar mendapatkan nada yang lebih tinggi sebelum memulai pertunjukan.



Analisis hubungan antara tingkat ketegangan senar dengan frekuensi bunyi yang dihasilkan. Mengapa perubahan fisik pada senar tersebut secara otomatis mengubah persepsi nada yang kita dengar?

11. Saat sedang berenang di kolam, kita masih bisa mendengar suara batu atau teriakan teman dari permukaan dengan sangat jelas, bahkan terkadang terasa lebih cepat sampai ketelinga dibandingkan saat di udara.



Berdasarkan fenomena tersebut, berikan pembuktian ilmiah mengapa suara benturan di dalam air dapat terdengar lebih jelas dan cepat sampai ke telinga dibandingkan melalui udara, serta validasilah apakah hal ini berkaitan dengan kerapatan partikel air!

12. Ketika dua kipas angin identik dinyalakan namun dengan kecepatan yang sedikit berbeda, terkadang kita mendengar suara “ngung...ngung...ngung” yang mengeras dan melemah secara teratur. Justifikasi kondisi fisis yang menyebabkan munculnya suara keras-lemah yang berulang (layangan) saat dua sumber bunyi dengan frekuensi hampir sama bertemu di satu titik!
13. Seorang siswa melakukan percobaan bunyi menggunakan *speaker* yang dihubungkan ke generator sinyal dengan frekuensi tetap 500 Hz. Besar amplitudo getaran *speaker* diubah-ubah, kemudian kuat bunyi diukur menggunakan aplikasi pengukur intensitas pada jarak yang sama.

No	Amplitudo Getaran	Intensitas Bunyi (dB)					Rata-Rata
1	Kecil	52	50	51	53	51	51,5
2	Sedang	63	65	62	64	61	63
3	Besar	74	71	75	73	75	73,6

Berdasarkan data yang telah tersaji di atas, tariklah sebuah kesimpulan bagaimana hubungan antara amplitudo gelombang bunyi dan kuat bunyi yang terdengar, serta jelaskan mengapa frekuensi tidak mempengaruhi kuat bunyi pada percobaan ini!

14. Seorang pengamat berdiri di pinggir jalan dan mendengar sirene ambulans. Saat ambulans mendekat, nada sirene terdengar tinggi. Setelah ambulans melewati pengamat dan menjauh, nada sirene terdengar lebih rendah, padahal sirene yang digunakan tidak berubah. Dari fenomena yang dialami oleh pengamat, simpulkan besaran fisika apa yang berubah sehingga tinggi nada yang terdengar berbeda dan jelaskan kaitannya dengan Efek Doppler!

15. Dinda melakukan sebuah percobaan sederhana menggunakan seruling (pipa organa) untuk mempelajari hubungan antara panjang kolom udara dan frekuensi bunyi. Ia mengukur panjang efektif kolom udara (L) dari lubang tiup hingga lubang yang dibuka, lalu mencatat frekuensi (f) yang dihasilkan menggunakan aplikasi tuner. Data yang diperoleh oleh Dinda dari percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

Percobaan	Panjang Kolom (cm)	Frekuensi (Hz)
1	20	880 (Nada A5)
2	40	440 (Nada A4)
3	80	220 (Nada A3)

Berdasarkan tabel data hasil percobaan yang dilakukan oleh Dinda, analisislah hubungan matematis antara panjang kolom (L) dengan frekuensi (f). Apakah hubungan tersebut berbanding lurus atau berbanding terbalik?

Tuliskan kesimpulan dalam bentuk pernyataan matematis yang paling tepat!

16. Dalam sebuah observasi cuaca, seorang siswa mencatat waktu antara terlihatnya kilatan cahaya petir dengan terdengarnya suara guntur. Diasumsikan cahaya merambat secara instan karena kecepatannya yang sangat tinggi ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Tabel berikut menunjukkan data hasil pengamatan dari beberapa titik badai yang berbeda:

Titik Badai	Selisih waktu (sekon)	Jarak estimasi (m)
A	2	680
B	3	1020
C	5	1700

Berdasarkan data di atas, hitunglah kecepatan bunyi di udara (v) untuk setiap titik badai, lalu tariklah kesimpulan mengenai hubungan antara jarak, waktu, dan kecepatan berdasarkan fenomena ini.

17. Seorang pratikan melakukan percobaan Hukum Melde untuk mencari hubungan antara gaya tegangan tali (F) dengan cepat rambat gelombang (v). Berikut adalah data yang diperoleh.

Percobaan	Massa Beban (kg)	Gaya Tegangan (N)	Cepat Rambat (m/s)
1	0,1	0,98	20,2
2	0,2	1,96	28,5
3	0,3	2,94	22,1
4	0,4	3,92	40,3

Berdasarkan tabel di atas, terdapat ketidakaturan data pada percobaan ke-3. Evaluasilah faktor-faktor teknis yang mungkin terjadi di laboratorium (misalnya kondisi alat atau metode pengukuran) yang menyebabkan nilai cepat rambat pada percobaan ke-3 justru menurun, padahal beban ditambah.

18. Dalam sebuah forum diskusi musik, seorang pengrajin instrumen mengklaim bahwa seruling yang terbuat dari emas atau perak selalu menghasilkan nada

yang lebih tinggi dan jernih dibandingkan seruling bambu karena kecepatan bunyi pada logam jauh lebih besar daripada kayu. Ia berargumen bahwa molekul logam yang rapat membantu gelombang bunyi merambat lebih cepat menuju pendengar. Namun, seorang fisikawan menyanggah bahwa pada instrumen tiup, material dinding hanya berpengaruh pada kualitas warna suara (timbre), bukan pada tinggi rendahnya nada (frekuensi). Evaluasilah klaim pengrajin tersebut. Identifikasilah faktor mana yang sebenarnya menyebabkan "ketidakteraturan" atau kesalahan dalam argumen pengrajin tersebut jika dikaitkan dengan konsep frekuensi pada pipa organa!

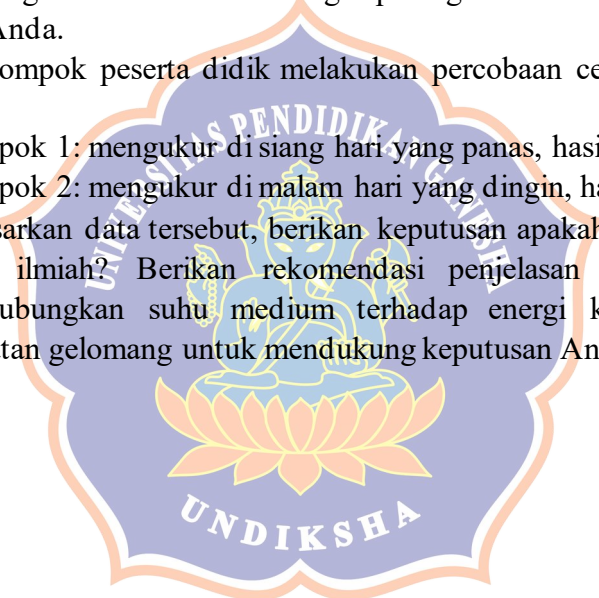
19. Seorang pengrajin alat musik mengklaim bahwa “Untuk menaikkan nada dawai menjadi satu oktav lebih tinggi (frekuensi menjadi dua kali lipat), kita cukup menarik dawai tersebut dengan gaya tegangan yang juga dua kali lipat lebih besar.” Berikan keputusan kebenaran dari argumen tersebut berdasarkan hukum Melde ($v = \sqrt{F/\mu}$). Apakah peningkatan tegangan berbanding lurus secara linier dengan peningkatan frekuensi? Berikan alasan ilmiah Anda.

20. Dua kelompok peserta didik melakukan percobaan cepat rambat bunyi di udara:

Kelompok 1: mengukur di siang hari yang panas, hasil $v = 345 \text{ m/s}$

Kelompok 2: mengukur di malam hari yang dingin, hasil $v = 330 \text{ m/s}$

Berdasarkan data tersebut, berikan keputusan apakah hasil tersebut valid secara ilmiah? Berikan rekomendasi penjelasan yang kuat dengan menghubungkan suhu medium terhadap energi kinetik partikel dan kecepatan gelombang untuk mendukung keputusan Anda!



SELAMAT BEKERJA

**Lampiran 1.3: Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Kritis Yang
Diujicobakan**

No	Jawaban Singkat / Inti Konsep	Penjelasan Fisika
1	Sifat medium (tegangan dan massa jenis).	Kecepatan rambat gelombang mekanik hanya dipengaruhi oleh sifat fisis medium, bukan frekuensi sumber.
2	Tegangan tali (F) dan massa jenis linier (μ).	Sesuai Hukum Melde: $v = \sqrt{F/\mu}$
3	Pertanyaan Frekuensi & Panjang Gelombang.	1. Bagaimana pengaruh tegangan terhadap cepat rambat? 2. Apakah massa jenis tali mengubah panjang gelombang?
4	Suhu, Massa Jenis Udara, Panjang Pipa.	Suhu memengaruhi kerapatan udara yang berdampak pada cepat rambat bunyi (v) dan frekuensi (f).
5	Tidak Tepat.	Amplitudo (keras bunyi) hanya membawa energi/volume, tidak mengubah kecepatan rambat di medium yang sama.
6	Hubungan berbanding terbalik.	Jika v tetap dan λ mengecil, maka frekuensi (f) harus meningkat ($v = \lambda f$).
7	Sanggahan: Gelombang mekanik butuh medium.	Berbeda dengan cahaya, gelombang mekanik (seperti bunyi) butuh partikel medium untuk merambat.
8	Gelombang memindahkan energi, bukan materi.	Partikel air hanya bergerak naik-turun/osilasi, tidak ikut berpindah secara permanen ke pantai.
9	Interferensi Konstruktif & Destruktif.	Gelombang datang dan pantul yang koheren bertemu, membentuk titik simpul (amplitudo nol) dan perut.
10	Hubungan frekuensi bunyi dengan akar gaya tegang pada senar	Semakin rapat/berat medium (massa jenis besar), biasanya kecepa
11	Benar	Bunyi merambat lebih cepat di zat cair (air) daripada di udara karena ikatan partikel air lebih rapat dan memiliki modulus bulk yang lebih tinggi, sehingga energi getaran lebih efektif berpindah antar partikel.
12	Interferensi/layangan bunyi	Fenomena ini terjadi akibat superposisi dua gelombang bunyi dengan selisih frekuensi yang sangat kecil ($f_1 \approx f_2$). Pertemuan puncak dan lembah gelombang secara bergantian menyebabkan

		interferensi konstruktif (keras) dan destruktif (lemah) secara periodik.
13	Hubungan berbanding terbalik.	Semakin pendek dawai (L), semakin tinggi frekuensi (f) yang dihasilkan ($f \propto 1/L$).
14	Hubungan frekuensi dengan gerak relative sumber bunyi	Perubahan frekuensi yang terdengar disebabkan oleh gerak relatif antara sumber bunyi dan pendengar (Efek Doppler).
15	Hubungan pipa organa dengan frekuensi	Hubungan antara panjang kolom udara pipa organa dengan frekuensi bunyi adalah berbanding terbalik .
16	340 m/s.	Menggunakan rumus $v = \frac{s}{t} = \frac{1020}{3} = 340 \text{ m/s}$.
17	Refleksi ujung & Ketidaktelitian mistar.	1. Kesalahan menentukan titik resonansi tepat. 2. Suhu udara yang berubah selama praktikum.
18	Pengabaian pada faktor panjang kolom udara	Kesalahan argumen terletak pada pengabaian faktor panjang kolom udara sebagai penentu utama frekuensi dan adanya kerancuan antara kecepatan bunyi di dalam medium logam dengan kecepatan bunyi di dalam kolom udara.
19	Sedikit Keliru	Peningkatan tegangan tidak berbanding lurus secara linier dengan peningkatan frekuensi. Untuk menaikkan frekuensi menjadi dua kali lipat, gaya tegangan harus dinaikkan empat kali lipat, bukan dua kali lipat.
20	Keduanya Valid.	Kecepatan bunyi di udara sangat dipengaruhi suhu ($v = v_0 + 0,6 T$). Suhu tinggi (siang) membuat v lebih besar.

Lampiran 1.4: Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Diujicobakan

Skor	Kriteria Umum	Deskripsi Rinci
4	Sangat Baik	Jawaban lengkap, akurat secara konsep fisika, logis, dan menjawab inti pertanyaan dengan tepat. Menggunakan terminologi ilmiah (seperti frekuensi ambang, fungsi kerja, foton) dengan benar. Tidak ada miskonsepsi.
3	Baik	Jawaban benar secara konsep utama, namun ada sedikit kekurangan dalam detail penjelasan atau argumentasi kurang mendalam. Mungkin terdapat kesalahan minor dalam bahasa tetapi tidak mengubah makna fisika.

2	Cukup	Jawaban menunjukkan pemahaman sebagian. Ada konsep yang benar tetapi tercampur dengan miskonsepsi, atau jawaban tidak lengkap (hanya menjawab "Ya/Tidak" tanpa alasan yang kuat). Argumentasi lemah.
1	Kurang	Jawaban mencoba merespons tetapi salah secara konsep fundamental (misalnya: menyatakan energi tergantung intensitas). Tidak nyambung dengan pertanyaan.

Lampiran 1.5: Kisi-Kisi Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian

No	Dimensi Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis	Nomor Butir Soal	Jumlah Butir Soal
1	Fokus pada Pertanyaan atau Masalah	1. Menguraikan komponen-komponen kunci dari fenomena yang diberikan	1	1
		2. Mengidentifikasi bagian rumusan permasalahan dari fenomena yang diberikan	4	1
2	Menganalisis Argumen	1. Mengaitkan argumen dari fenomena yang diberikan dengan konsep fisika	5	1
		2. Mampu menyajikan argumen tandingan atau klarifikasi berdasarkan prinsip fisika	7	1
3	Memberikan Penjelasan	1. Menguraikan proses fisis secara berurutan dan logis	9	1
		2. Mampu mengklarifikasi kondisi-kondisi	11	1

		di mana penjelasan tersebut benar atau salah		
4	Menarik kesimpulan	1. Mampu menghubungkan pola data yang relevan.	13	1
		2. Mampu menarik kesimpulan yang koheren dan didukung oleh data yang diberikan.	15	1
5	Mengevaluasi argumen dan sumber	1. Mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menyebabkan ketidakteraturan pada setiap metode	17	1
		2. Mampu membuat keputusan atau rekomendasi yang beralasan kuat	20	1

Lampiran 1.6: Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan Penelitian
TES KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
MATERI GELOMBANG BUNYI

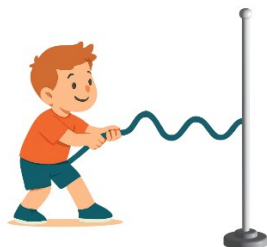
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Gelombang Bunyi
Hari/Tanggal	: 24 Februari 2026

****Petunjuk Pengerjaan***

1. Tuliskan identitas (nama, kelas, dan nomor absen) pada lembar jawaban.
2. Bacalah setiap soal dengan teliti sebelum menjawab.
3. Kerjakan soal yang dianggap paling mudah terlebih dahulu.
4. Tulis jawaban dengan rapi dan jelas.
5. Sertakan langkah-langkah perhitungan untuk soal hitungan.
6. Periksa kembali jawaban sebelum dikumpulkan.
7. Dilarang bekerja sama atau menyontek selama ujian berlangsung.

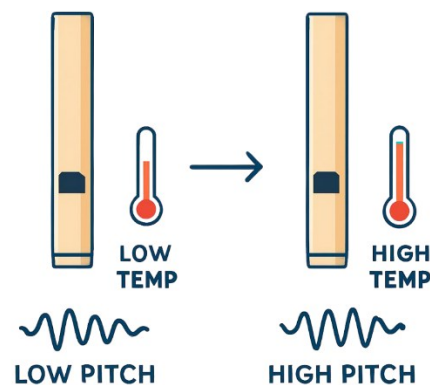
SELAMAT BEKERJA

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Seorang siswa melakukan percobaan dengan sebuah tali panjang yang diikat pada statif. Ia menggetarkan salah satu ujung tali dan mengamati gelombang merambat sepanjang tali. Ketika frekuensi getaran diperbesar menjadi dua kali lipat, siswa tersebut terkejut karena gelombang tetap merambat dengan kecepatan yang sama. Uraikan komponen masalah utama yang harus dianalisis untuk memahami mengapa kecepatan rambatnya tetap!

2. Perhatikan gambar di bawah ini!



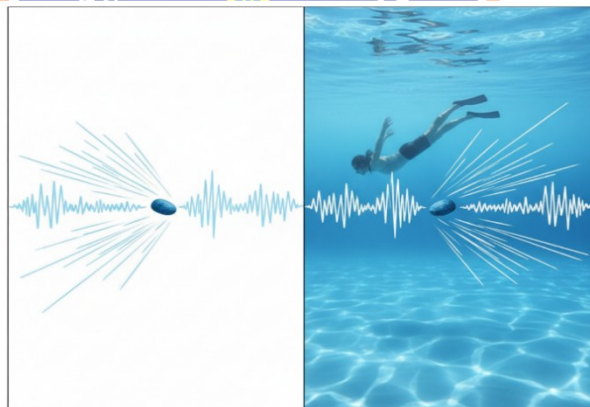
Saat meniup pipa organa di laboratorium fisika, seorang siswa memperhatikan bahwa ketika suhu udara di dalam ruangan meningkat pada siang hari, nada bunyi yang dihasilkan pipa terdengar sedikit berbeda dibandingkan saat pagi hari. Pada sebuah pipa organa, perubahan suhu udara di dalam pipa ternyata mengubah nada (frekuensi) yang dihasilkan. Identifikasi variabel-variabel penting yang terlibat dalam fenomena perubahan nada tersebut!

3. Dalam sebuah diskusi kelas, seorang siswa berpendapat bahwa ketika seseorang berteriak lebih keras, suara tersebut akan lebih cepat sampai ke telinga pendengar dibandingkan suara pelan. Menurutnya, suara yang keras memiliki “energi lebih besar” sehingga bisa merambat lebih cepat di udara. Analisislah argumen berikut: “semakin keras seseorang berteriak (amplitudo besar), maka bunyi tersebut akan merambat lebih cepat di udara sehingga lebih cepat sampai ke telinga pendengar”. Menurut anda, apakah argumen ini tepat? Jelaskan alasannya!
4. Saat belajar mandiri, seorang siswa membaca di internet bahwa gelombang adalah bentuk energi. Ia kemudian menyimpulkan bahwa gelombang mekanik seperti bunyi seharusnya bisa merambat di ruang hampa, karena energi tidak membutuhkan medium. Berikan argumentasi dengan bahasa anda sendiri terhadap pernyataan: “gelombang mekanik dapat merambat di ruang hampa udara karena gelombang adalah energi”
5. Saat berada di bawah jembatan beton atau di dalam terowongan, suara knalpot motor seringkali terdengar jauh lebih keras dan bergema dibandingkan saat berada di jalan terbuka.



Berikan penjelasan tentang alur terjadinya perpaduan gelombang suara (superposisi) yang memantul dari dinding terowongan sehingga menciptakan suara yang lebih kuat di titik-titik tertentu!

6. Saat sedang berenang di kolam, kita masih bisa mendengar suara batu atau teriakan teman dari permukaan dengan sangat jelas, bahkan terkadang terasa lebih cepat sampai ketelinga dibandingkan saat di udara.



Berdasarkan fenomena tersebut, berikan pembuktian ilmiah mengapa suara benturan di dalam air dapat terdengar lebih jelas dan cepat sampai ke telinga dibandingkan melalui udara, serta validasilah apakah hal ini berkaitan dengan kerapatan partikel air!

7. Seorang siswa melakukan percobaan bunyi menggunakan *speaker* yang dihubungkan ke generator sinyal dengan frekuensi tetap 500 Hz. Besar amplitudo getaran *speaker* diubah-ubah, kemudian kuat bunyi diukur menggunakan aplikasi pengukur intensitas pada jarak yang sama.

No	Amplitudo Getaran	Intensitas Bunyi (dB)					Rata-Rata
1	Kecil	52	50	51	53	51	51,5
2	Sedang	63	65	62	64	61	63
3	Besar	74	71	75	73	75	73,6

Berdasarkan data yang telah tersaji di atas, tariklah sebuah kesimpulan bagaimana hubungan antara amplitudo gelombang bunyi dan kuat bunyi yang terdengar, serta jelaskan mengapa frekuensi tidak mempengaruhi kuat bunyi pada percobaan ini!

8. Dinda melakukan sebuah percobaan sederhana menggunakan seruling (pipa organa) untuk mempelajari hubungan antara panjang kolom udara dan frekuensi bunyi. Ia mengukur panjang efektif kolom udara (L) dari lubang tiup hingga lubang yang dibuka, lalu mencatat frekuensi (f) yang dihasilkan menggunakan aplikasi tuner. Data yang diperoleh oleh Dinda dari percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

Percobaan	Panjang Kolom (cm)	Frekuensi (Hz)
1	20	880 (Nada A5)
2	40	440 (Nada A4)
3	80	220 (Nada A3)

Berdasarkan tabel data hasil percobaan yang dilakukan oleh Dinda, analisislah hubungan matematis antara panjang kolom (L) dengan frekuensi (f). Apakah hubungan tersebut berbanding lurus atau berbanding terbalik? Tuliskan kesimpulan dalam bentuk pernyataan matematis yang paling tepat!

9. Seorang pratikan melakukan percobaan Hukum Melde untuk mencari hubungan antara gaya tegangan tali (F) dengan cepat rambat gelombang (v). Berikut adalah data yang diperoleh.

Percobaan	Massa Beban (kg)	Gaya Tegangan (N)	Cepat Rambat (m/s)
1	0,1	0,98	20,2
2	0,2	1,96	28,5
3	0,3	2,94	22,1
4	0,4	3,92	40,3

Berdasarkan tabel di atas, terdapat ketidakaturan data pada percobaan ke-3. Evaluasilah faktor-faktor teknis yang mungkin terjadi di laboratorium (misalnya kondisi alat atau metode pengukuran) yang menyebabkan nilai cepat rambat pada percobaan ke-3 justru menurun, padahal beban ditambah.

10. Dua kelompok peserta didik melakukan percobaan cepat rambat bunyi di udara:

Kelompok 1: mengukur di siang hari yang panas, hasil $v = 345 \frac{m}{s}$

Kelompok 2: mengukur di malam hari yang dingin, hasil $v = 330 \frac{m}{s}$

Berdasarkan data tersebut, berikan keputusan apakah hasil tersebut valid secara ilmiah? Berikan rekomendasi penjelasan yang kuat dengan menghubungkan suhu medium terhadap energi kinetik partikel dan kecepatan gelombang untuk mendukung keputusan Anda!

SELAMAT BEKERJA

Lampiran 1.7: Kunci Jawaban Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang

Digunakan Penelitian

No	Jawaban Singkat / Inti Konsep	Penjelasan Fisika
1	Sifat medium (tegangan dan massa jenis).	Kecepatan rambat gelombang mekanik hanya dipengaruhi oleh sifat fisis medium, bukan frekuensi sumber.
2	Suhu, Massa Jenis Udara, Panjang Pipa.	Suhu memengaruhi kerapatan udara yang berdampak pada cepat rambat bunyi (v) dan frekuensi (f).
3	Tidak Tepat.	Amplitudo (keras bunyi) hanya membawa energi/volume, tidak mengubah kecepatan rambat di medium yang sama.
4	Sanggahan: Gelombang mekanik butuh medium.	Berbeda dengan cahaya, gelombang mekanik (seperti bunyi) butuh partikel medium untuk merambat.
5	Interferensi Konstruktif & Destruktif.	Gelombang datang dan pantul yang koheren bertemu, membentuk titik simpul (amplitudo nol) dan perut.
6	Benar	Bunyi merambat lebih cepat di zat cair (air) daripada di udara karena ikatan partikel air lebih rapat dan memiliki modulus bulk yang lebih tinggi, sehingga energi getaran lebih efektif berpindah antar partikel.
7	Hubungan berbanding terbalik.	Semakin pendek dawai (L), semakin tinggi frekuensi (f) yang dihasilkan ($f \propto 1/L$).
8	Hubungan pipa organa dengan frekuensi	Hubungan antara panjang kolom udara pipa organa dengan frekuensi bunyi adalah berbanding terbalik .
9	Refleksi ujung & Ketidaktelitian mistar.	1. Kesalahan menentukan titik resonansi tepat. 2. Suhu udara yang berubah selama praktikum.
10	Keduanya Valid.	Kecepatan bunyi di udara sangat dipengaruhi suhu ($v = v_0 + 0,6 T$). Suhu tinggi (siang) membuat v lebih besar.

**Lampiran 1.8: Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kritis yang
Digunakan Penelitian**

Skor	Kriteria Umum	Deskripsi Rinci
4	Sangat Baik	Jawaban lengkap, akurat secara konsep fisika, logis, dan menjawab inti pertanyaan dengan tepat. Menggunakan terminologi ilmiah (seperti frekuensi ambang, fungsi kerja, foton) dengan benar. Tidak ada miskonsepsi.
3	Baik	Jawaban benar secara konsep utama, namun ada sedikit kekurangan dalam detail penjelasan atau argumentasi kurang mendalam. Mungkin terdapat kesalahan minor dalam bahasa tetapi tidak mengubah makna fisika.
2	Cukup	Jawaban menunjukkan pemahaman sebagian. Ada konsep yang benar tetapi tercampur dengan miskonsepsi, atau jawaban tidak lengkap (hanya menjawab "Ya/Tidak" tanpa alasan yang kuat). Argumentasi lemah.
1	Kurang	Jawaban mencoba merespons tetapi salah secara konsep fundamental (misalnya: menyatakan energi tergantung intensitas). Tidak nyambung dengan pertanyaan.

LAMPIRAN II
HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN



- Lampiran 2.1:** Data Hasil uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Kritis
- Lampiran 2.2:** Analisis Indeks Kesukaran Butir Tes Kemampuan Berpikir Kritis
- Lampiran 2.3:** Analisis Konsistensi Internal Butir dan Indeks Daya Beda Tes Kemampuan Berpikir Kritis
- Lampiran 2.4:** Analisis Konsistensi Internal Tes (Reliabilitas) Tes Kemampuan Berpikir Kritis
- Lampiran 2.5:** Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Lampiran 2.1: Data Hasil Uji Coba Tes Kemampuan Berpikir Kritis

A. Soal 1-10

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	XII11	2	2	3	3	3	2	2	3	4	3
2	XII12	4	4	4	4	3	2	4	2	4	1
3	XII13	4	4	2	4	4	3	4	3	4	2
4	XII14	3	1	2	4	3	1	3	2	4	1
5	XII15	0	1	4	0	0	3	0	2	0	2
6	XII16	3	3	1	2	3	2	3	3	2	2
7	XII17	0	1	1	0	1	4	0	3	0	1
8	XII18	2	1	2	1	1	2	1	2	0	3
9	XII19	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
10	XII110	4	4	2	4	4	2	4	1	3	2
11	XII111	4	4	0	4	4	4	4	3	4	3
12	XII112	4	3	2	4	3	4	4	3	4	2
13	XII113	3	1	3	4	3	2	4	1	3	1
14	XII114	3	2	3	4	3	1	4	3	4	1
15	XII115	2	3	4	3	3	3	3	1	3	3
16	XII116	4	4	3	4	4	2	4	3	4	2
17	XII117	4	2	1	3	4	0	3	1	3	1
18	XII118	2	4	1	3	3	4	3	2	2	2
19	XII119	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3
20	XII120	3	2	2	3	3	1	3	2	3	2
21	XII121	0	1	3	0	0	3	0	2	1	3
22	XII122	4	4	3	4	4	2	4	2	4	3
23	XII123	4	4	4	4	4	1	3	4	4	1
24	XII124	0	0	2	1	0	2	1	4	0	3
25	XII125	4	3	2	4	4	2	4	2	3	3
26	XII126	4	4	3	4	3	4	4	2	4	3
27	XII127	4	4	2	3	3	2	3	3	4	3
28	XII128	4	4	2	4	4	3	3	2	4	2
29	XII129	4	4	0	4	4	4	4	2	4	1
30	XII130	4	4	2	4	3	2	3	3	4	4
31	XII131	4	2	4	3	3	1	3	2	4	1
32	XII132	3	3	0	3	3	1	3	1	2	2
33	XII133	3	4	2	3	2	4	3	1	3	3
34	XII134	3	3	2	3	2	3	2	1	3	1
35	XII21	4	3	3	3	3	4	3	3	3	1
36	XII22	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2
37	XII23	3	4	2	3	3	2	3	4	2	2
38	XII24	3	1	3	3	4	4	2	4	3	1
39	XII25	2	3	3	2	1	4	2	2	2	2
40	XII26	3	2	2	4	3	2	3	3	4	1
41	XII27	2	3	4	3	2	3	2	2	3	1
42	XII28	3	1	2	3	3	4	3	1	4	3
43	XII29	3	2	2	3	2	2	2	3	3	4

44	XII210	4	2	0	4	4	0	3	3	4	1
45	XII211	4	3	4	4	4	2	4	4	4	2
46	XII212	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3
47	XII213	2	3	0	3	3	1	3	2	3	2
48	XII214	1	0	2	1	1	1	1	4	1	3
49	XII215	0	1	1	0	0	3	0	4	0	4
50	XII216	2	1	1	2	2	4	0	4	2	2
51	XII217	0	2	3	0	1	2	0	4	0	4
52	XII218	1	0	2	0	0	0	1	4	1	4
53	XII219	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2
54	XII220	0	1	1	0	1	4	1	4	0	1
55	XII221	1	0	3	0	0	3	0	2	0	3
56	XII222	2	2	1	1	2	1	1	3	2	2
57	XII223	0	1	4	0	0	3	0	2	1	2
58	XII224	3	4	2	2	3	0	3	3	2	1
59	XII225	3	2	3	3	3	1	3	2	2	2
60	XII226	4	3	1	4	4	2	4	4	4	2
61	XII227	4	4	3	4	4	3	4	2	4	3
62	XII228	3	2	1	3	3	4	3	2	4	3
63	XII229	4	4	1	4	4	2	4	3	3	4
64	XII230	0	1	3	0	1	1	1	3	1	4
65	XII231	1	0	2	0	0	1	1	4	1	2
66	XII232	0	1	1	1	1	2	1	2	1	1
67	XII233	0	0	3	0	0	2	0	3	0	2
68	XII234	0	1	3	1	0	2	0	3	1	3
IKB		0,29	0,30	0,30	0,28	0,28	0,31	0,28	0,38	0,29	0,33
IDB		1,00	0,78	0,06	0,94	0,72	0,11	0,78	- 0,22	0,83	- 0,11

B. Soal 11-20

No	Nama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	XII11	2	2	3	4	2	3	2	3	2	4
2	XII12	4	2	3	2	4	1	4	3	2	4
3	XII13	4	2	4	0	4	3	4	1	1	3
4	XII14	4	3	3	2	3	3	4	4	1	3
5	XII15	0	1	0	4	0	2	0	4	3	0
6	XII16	2	4	3	1	3	4	3	1	2	3
7	XII17	1	3	1	1	1	4	0	2	2	1
8	XII18	1	2	0	2	0	2	1	4	3	1
9	XII19	1	1	2	3	1	3	1	4	2	0
10	XII110	4	2	4	2	4	3	4	1	3	4
11	XII111	4	2	4	1	4	2	4	3	3	4
12	XII112	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4
13	XII113	3	3	3	3	3	1	3	1	3	4
14	XII114	3	4	3	2	2	3	4	3	1	4
15	XII115	3	3	2	3	2	1	3	4	2	2

16	XII116	4	3	4	1	4	1	4	4	2	4
17	XII117	4	3	3	1	3	4	3	4	3	3
18	XII118	3	1	2	4	3	3	2	3	2	3
19	XII119	2	3	3	3	3	1	3	4	2	2
20	XII120	4	2	4	1	3	2	4	2	2	3
21	XII121	0	2	1	3	0	4	0	3	2	0
22	XII122	4	3	4	3	4	2	3	3	2	4
23	XII123	4	2	3	3	4	4	4	2	2	4
24	XII124	1	3	0	3	1	3	1	1	1	0
25	XII125	4	4	4	3	4	3	4	2	2	4
26	XII126	4	4	4	1	4	1	4	2	2	3
27	XII127	4	1	3	2	4	3	4	1	2	4
28	XII128	4	3	4	1	4	3	4	2	2	4
29	XII129	4	3	4	2	3	0	4	2	4	4
30	XII130	4	2	4	3	4	3	4	1	2	4
31	XII131	4	3	3	1	3	3	4	3	1	4
32	XII132	3	4	3	1	2	3	2	2	3	2
33	XII133	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2
34	XII134	3	2	2	2	2	1	2	4	4	3
35	XII21	3	1	3	3	3	2	3	1	2	3
36	XII22	3	4	2	2	3	2	2	4	2	3
37	XII23	2	2	3	3	3	4	3	1	2	3
38	XII24	4	3	2	4	2	1	3	2	2	4
39	XII25	2	4	2	3	2	3	2	2	2	2
40	XII26	4	2	3	0	3	4	4	1	1	4
41	XII27	2	2	3	1	3	3	2	4	2	3
42	XII28	3	1	3	2	4	1	3	1	3	3
43	XII29	2	3	3	4	3	2	3	1	3	3
44	XII210	3	4	3	2	3	0	3	1	3	3
45	XII211	4	3	4	1	4	3	3	1	1	3
46	XII212	3	3	3	4	2	4	3	1	3	2
47	XII213	3	4	2	2	3	3	3	3	4	2
48	XII214	0	2	0	4	1	3	0	2	1	1
49	XII215	1	1	0	1	0	1	0	3	4	1
50	XII216	1	4	2	2	2	0	2	4	2	2
51	XII217	0	3	0	1	0	1	1	2	2	0
52	XII218	0	3	0	2	1	2	0	2	3	1
53	XII219	2	3	2	2	1	2	2	3	2	2
54	XII220	0	4	1	1	1	0	1	3	2	1
55	XII221	0	2	0	3	1	4	0	3	2	0
56	XII222	1	3	2	2	2	4	2	4	2	2
57	XII223	0	1	1	4	0	2	0	4	3	0
58	XII224	3	2	3	2	2	2	3	1	1	2
59	XII225	2	1	2	2	2	3	3	4	1	2
60	XII226	3	3	4	3	3	2	4	3	2	4
61	XII227	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4

62	XII228	4	2	4	1	3	3	3	3	2	3
63	XII229	3	2	4	4	3	1	4	1	3	4
64	XII230	1	1	1	2	0	3	1	4	2	1
65	XII231	1	2	0	2	1	3	1	3	2	1
66	XII232	1	2	1	3	0	1	1	2	2	0
67	XII233	0	3	1	1	0	4	0	3	2	0
68	XII234	1	1	0	1	1	1	1	4	2	0
IKB		0,29	0,31	0,29	0,29	0,29	0,31	0,29	0,33	0,29	0,28
IDB		0,83	0,06	0,83	- 0,06	0,83	- 0,11	0,89	- 0,22	0,00	0,83

C. Total Skor

No	Nama	Total Skor	Nilai
1	XII11	54	68
2	XII12	61	76
3	XII13	60	75
4	XII14	54	68
5	XII15	26	33
6	XII16	50	63
7	XII17	27	34
8	XII18	31	39
9	XII19	31	39
10	XII110	61	76
11	XII111	65	81
12	XII112	68	85
13	XII113	52	65
14	XII114	57	71
15	XII115	53	66
16	XII116	65	81
17	XII117	53	66
18	XII118	52	65
19	XII119	51	64
20	XII120	51	64
21	XII121	28	35
22	XII122	66	83
23	XII123	65	81
24	XII124	27	34
25	XII125	65	81
26	XII126	64	80
27	XII127	59	74
28	XII128	63	79
29	XII129	61	76
30	XII130	64	80
31	XII131	56	70
32	XII132	46	58
33	XII133	45	56

34	XII134	48	60
35	XII21	54	68
36	XII22	52	65
37	XII23	54	68
38	XII24	55	69
39	XII25	47	59
40	XII26	53	66
41	XII27	50	63
42	XII28	51	64
43	XII29	53	66
44	XII210	50	63
45	XII211	62	78
46	XII212	51	64
47	XII213	51	64
48	XII214	29	36
49	XII215	25	31
50	XII216	41	51
51	XII217	26	33
52	XII218	27	34
53	XII219	42	53
54	XII220	27	34
55	XII221	27	34
56	XII222	41	51
57	XII223	28	35
58	XII224	44	55
59	XII225	46	58
60	XII226	63	79
61	XII227	69	86
62	XII228	56	70
63	XII229	62	78
64	XII230	31	39
65	XII231	28	35
66	XII232	24	30
67	XII233	24	30
68	XII234	26	33

Lampiran 2.2: Analisis Indeks Kesukaran Butir Tes Kemampuan Berpikir

Kritis

A. Kelas Atas (27% dari 68 siswa)

- Soal 1-10

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
61	XII227	4	4	3	4	4	3	4	2	4	3
12	XII112	4	3	2	4	3	4	4	3	4	2
22	XII122	4	4	3	4	4	2	4	2	4	3
16	XII111	4	4	3	4	4	2	4	3	4	2

11	XII116	4	4	0	4	4	4	4	3	4	3
25	XII123	4	3	2	4	4	2	4	2	3	3
23	XII125	4	4	4	4	4	1	3	4	4	1
30	XII126	4	4	2	4	3	2	3	3	4	4
26	XII130	4	4	3	4	3	4	4	2	4	3
28	XII128	4	4	2	4	4	3	3	2	4	2
60	XII226	4	3	1	4	4	2	4	4	4	2
45	XII211	4	3	4	4	4	2	4	4	4	2
63	XII229	4	4	1	4	4	2	4	3	3	4
29	XII12	4	4	0	4	4	4	4	2	4	1
2	XII110	4	4	4	4	3	2	4	2	4	1
10	XII129	4	4	2	4	4	2	4	1	3	2
3	XII13	4	4	2	4	4	3	4	3	4	2
27	XII127	4	4	2	3	3	2	3	3	4	3

- Soal 11-20 dan Total Skor

No	Nama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Skor	Nilai
61	XII227	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4	69	86
12	XII112	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4	68	85
22	XII122	4	3	4	3	4	2	3	3	2	4	66	83
16	XII111	4	3	4	1	4	1	4	4	2	4	65	81
11	XII116	4	2	4	1	4	2	4	3	3	4	65	81
25	XII123	4	4	4	3	4	3	4	2	2	4	65	81
23	XII125	4	2	3	3	4	4	4	2	2	4	65	81
30	XII126	4	2	4	3	4	3	4	1	2	4	64	80
26	XII130	4	4	4	1	4	1	4	2	2	3	64	80
28	XII128	4	3	4	1	4	3	4	2	2	4	63	79
60	XII226	3	3	4	3	3	2	4	3	2	4	63	79
45	XII211	4	3	4	1	4	3	3	1	1	3	62	78
63	XII229	3	2	4	4	3	1	4	1	3	4	62	78
29	XII12	4	3	4	2	3	0	4	2	4	4	61	76
2	XII110	4	2	3	2	4	1	4	3	2	4	61	76
10	XII129	4	2	4	2	4	3	4	1	3	4	61	76
3	XII13	4	2	4	0	4	3	4	1	1	3	60	75
27	XII127	4	1	3	2	4	3	4	1	2	4	59	74

B. Kelas Bawah (27% dari 68 siswa)

- Soal 1-10

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	XII18	2	1	2	1	1	2	1	2	0	3
64	XII19	0	1	3	0	1	1	1	3	1	4
9	XII230	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
48	XII214	1	0	2	1	1	1	1	4	1	3
21	XII121	0	1	3	0	0	3	0	2	1	3
65	XII223	1	0	2	0	0	1	1	4	1	2

57	XII231	0	1	4	0	0	3	0	2	1	2
24	XII17	0	0	2	1	0	2	1	4	0	3
54	XII124	0	1	1	0	1	4	1	4	0	1
55	XII218	1	0	3	0	0	3	0	2	0	3
7	XII220	0	1	1	0	1	4	0	3	0	1
52	XII221	1	0	2	0	0	0	1	4	1	4
68	XII15	0	1	3	1	0	2	0	3	1	3
51	XII217	0	2	3	0	1	2	0	4	0	4
5	XII234	0	1	4	0	0	3	0	2	0	2
49	XII215	0	1	1	0	0	3	0	4	0	4
66	XII232	0	1	1	1	1	2	1	2	1	1
67	XII233	0	0	3	0	0	2	0	3	0	2

- Soal 11-20 dan Total Skor

No	Nama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Skor	Nilai
8	XII18	1	2	0	2	0	2	1	4	3	1	31	39
64	XII19	1	1	1	2	0	3	1	4	2	1	31	39
9	XII230	1	1	2	3	1	3	1	4	2	0	31	39
48	XII214	0	2	0	4	1	3	0	2	1	1	29	36
21	XII121	0	2	1	3	0	4	0	3	2	0	28	35
65	XII223	1	2	0	2	1	3	1	3	2	1	28	35
57	XII231	0	1	1	4	0	2	0	4	3	0	28	35
24	XII17	1	3	0	3	1	3	1	1	1	0	27	34
54	XII124	0	4	1	1	1	0	1	3	2	1	27	34
55	XII218	0	2	0	3	1	4	0	3	2	0	27	34
7	XII220	1	3	1	1	1	4	0	2	2	1	27	34
52	XII221	0	3	0	2	1	2	0	2	3	1	27	34
68	XII15	1	1	0	1	1	1	1	4	2	0	26	33
51	XII217	0	3	0	1	0	1	1	2	2	0	26	33
5	XII234	0	1	0	4	0	2	0	4	3	0	26	33
49	XII215	1	1	0	1	0	1	0	3	4	1	25	31
66	XII232	1	2	1	3	0	1	1	2	2	0	24	30
67	XII233	0	3	1	1	0	4	0	3	2	0	24	30

C. Indeks Kesukaran

No Soal	ΣH	ΣL	N	IKB	Kriteria
1	72	7	18	0,29	Sangat Sukar
2	68	13	18	0,30	Sukar
3	40	41	18	0,30	Sukar
4	71	6	18	0,28	Sangat Sukar
5	67	8	18	0,28	Sangat Sukar
6	46	39	18	0,31	Sukar
7	68	9	18	0,28	Sangat Sukar
8	48	54	18	0,38	Sukar

9	69	9	18	0,29	Sangat Sukar
10	43	48	18	0,33	Sukar
11	69	9	18	0,29	Sangat Sukar
12	46	37	18	0,31	Sukar
13	69	9	18	0,29	Sangat Sukar
14	39	41	18	0,29	Sangat Sukar
15	69	9	18	0,29	Sangat Sukar
16	42	43	18	0,31	Sukar
17	70	9	18	0,29	Sangat Sukar
18	38	53	18	0,33	Sukar
19	40	40	18	0,29	Sangat Sukar
20	69	8	18	0,28	Sangat Sukar

Lampiran 2.3: Analisis Konsistensi Internal Butir dan Indeks Daya Beda Butir

Kemampuan Berpikir Kritis

A. Indeks Konsistensi Internal Butir (*Corrected Item-Total Correlation*)

Item-Total Statistics					
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal1	45,26	157,809	,922	,909	,860
Soal2	45,44	166,071	,756	,679	,867
Soal3	45,59	194,544	-,064	,342	,892
Soal4	45,28	157,040	,931	,935	,859
Soal5	45,38	160,389	,899	,905	,861
Soal6	45,49	192,074	,011	,328	,890
Soal7	45,40	160,571	,895	,897	,861
Soal8	45,21	199,420	-,246	,464	,894
Soal9	45,25	159,265	,908	,909	,861
Soal10	45,53	198,641	-,213	,251	,893
Soal11	45,31	159,620	,890	,909	,861
Soal12	45,28	189,070	,142	,194	,885
Soal13	45,35	160,500	,910	,890	,861
Soal14	45,54	194,461	-,061	,279	,891
Soal15	45,41	160,664	,917	,884	,861
Soal16	45,40	193,974	-,048	,330	,892
Soal17	45,28	159,488	,916	,920	,860
Soal18	45,24	202,690	-,314	,294	,899
Soal19	45,59	194,723	-,071	,446	,888
Soal20	45,31	158,724	,925	,906	,860

B. Indeks Daya Beda Butir

1. Kelas Atas (27% dari 68 Siswa)

- Soal 1-5

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
61	XII227	4	4	3	4	4	3	4	2	4	3
12	XII112	4	3	2	4	3	4	4	3	4	2
22	XII122	4	4	3	4	4	2	4	2	4	3
16	XII111	4	4	3	4	4	2	4	3	4	2
11	XII116	4	4	0	4	4	4	4	3	4	3
25	XII123	4	3	2	4	4	2	4	2	3	3
23	XII125	4	4	4	4	4	1	3	4	4	1

30	XII126	4	4	2	4	3	2	3	3	4	4
26	XII130	4	4	3	4	3	4	4	2	4	3
28	XII128	4	4	2	4	4	3	3	2	4	2
60	XII226	4	3	1	4	4	2	4	4	4	2
45	XII211	4	3	4	4	4	2	4	4	4	2
63	XII229	4	4	1	4	4	2	4	3	3	4
29	XII12	4	4	0	4	4	4	4	2	4	1
2	XII110	4	4	4	4	3	2	4	2	4	1
10	XII129	4	4	2	4	4	2	4	1	3	2
3	XII13	4	4	2	4	4	3	4	3	4	2
27	XII127	4	4	2	3	3	2	3	3	4	3

- Soal 11-20 dan Total Skor

No	Nama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Skor	Nilai
61	XII227	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4	69	86
12	XII112	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4	68	85
22	XII122	4	3	4	3	4	2	3	3	2	4	66	83
16	XII111	4	3	4	1	4	1	4	4	2	4	65	81
11	XII116	4	2	4	1	4	2	4	3	3	4	65	81
25	XII123	4	4	4	3	4	3	4	2	2	4	65	81
23	XII125	4	2	3	3	4	4	4	2	2	4	65	81
30	XII126	4	2	4	3	4	3	4	1	2	4	64	80
26	XII130	4	4	4	1	4	1	4	2	2	3	64	80
28	XII128	4	3	4	1	4	3	4	2	2	4	63	79
60	XII226	3	3	4	3	3	2	4	3	2	4	63	79
45	XII211	4	3	4	1	4	3	3	1	1	3	62	78
63	XII229	3	2	4	4	3	1	4	1	3	4	62	78
29	XII12	4	3	4	2	3	0	4	2	4	4	61	76
2	XII110	4	2	3	2	4	1	4	3	2	4	61	76
10	XII129	4	2	4	2	4	3	4	1	3	4	61	76
3	XII13	4	2	4	0	4	3	4	1	1	3	60	75
27	XII127	4	1	3	2	4	3	4	1	2	4	59	74

2. Kelas Bawah (27% dari 68 Siswa)

- Soal 1-5

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	XII18	2	1	2	1	1	2	1	2	0	3
64	XII19	0	1	3	0	1	1	1	3	1	4
9	XII230	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
48	XII214	1	0	2	1	1	1	1	4	1	3
21	XII121	0	1	3	0	0	3	0	2	1	3
65	XII223	1	0	2	0	0	1	1	4	1	2
57	XII231	0	1	4	0	0	3	0	2	1	2
24	XII17	0	0	2	1	0	2	1	4	0	3
54	XII124	0	1	1	0	1	4	1	4	0	1

55	XII218	1	0	3	0	0	3	0	2	0	3
7	XII220	0	1	1	0	1	4	0	3	0	1
52	XII221	1	0	2	0	0	0	1	4	1	4
68	XII15	0	1	3	1	0	2	0	3	1	3
51	XII217	0	2	3	0	1	2	0	4	0	4
5	XII234	0	1	4	0	0	3	0	2	0	2
49	XII215	0	1	1	0	0	3	0	4	0	4
66	XII232	0	1	1	1	1	2	1	2	1	1
67	XII233	0	0	3	0	0	2	0	3	0	2

- Soal 11-15

No	Nama	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Skor	Nilai
8	XII18	1	2	0	2	0	2	1	4	3	1	31	39
64	XII19	1	1	1	2	0	3	1	4	2	1	31	39
9	XII230	1	1	2	3	1	3	1	4	2	0	31	39
48	XII214	0	2	0	4	1	3	0	2	1	1	29	36
21	XII121	0	2	1	3	0	4	0	3	2	0	28	35
65	XII223	1	2	0	2	1	3	1	3	2	1	28	35
57	XII231	0	1	1	4	0	2	0	4	3	0	28	35
24	XII17	1	3	0	3	1	3	1	1	1	0	27	34
54	XII124	0	4	1	1	1	0	1	3	2	1	27	34
55	XII218	0	2	0	3	1	4	0	3	2	0	27	34
7	XII220	1	3	1	1	1	4	0	2	2	1	27	34
52	XII221	0	3	0	2	1	2	0	2	3	1	27	34
68	XII15	1	1	0	1	1	1	1	4	2	0	26	33
51	XII217	0	3	0	1	0	1	1	2	2	0	26	33
5	XII234	0	1	0	4	0	2	0	4	3	0	26	33
49	XII215	1	1	0	1	0	1	0	3	4	1	25	31
66	XII232	1	2	1	3	0	1	1	2	2	0	24	30
67	XII233	0	3	1	1	0	4	0	3	2	0	24	30

3. Indeks Daya Beda

No Soal	P_A	P_B	IKB	Kriteria
1	1,00	0,00	1,00	Sangat Baik
2	0,78	0,00	0,78	Baik
3	0,17	0,11	0,06	Sangat Buruk
4	0,94	0,00	0,94	Sangat Baik
5	0,72	0,00	0,72	Baik
6	0,22	0,11	0,11	Sangat Buruk
7	0,78	0,00	0,78	Baik
8	0,17	0,39	-0,22	Sangat Buruk
9	0,83	0,00	0,83	Sangat Baik
10	0,11	0,22	-0,11	Sangat Buruk

11	0,83	0,00	0,83	Sangat Baik
12	0,11	0,06	0,06	Sangat Baik
13	0,83	0,00	0,83	Sangat Baik
14	0,11	0,17	-0,06	Sangat Buruk
15	0,83	0,00	0,83	Sangat Baik
16	0,11	0,22	-0,11	Sangat Buruk
17	0,89	0,00	0,89	Sangat Baik
18	0,11	0,33	-0,22	Sangat Buruk
19	0,06	0,06	0,00	Sangat Buruk
20	0,83	0,00	0,83	Sangat Baik

Lampiran 2.4: Analisis Konsistensi Internal Tes (Reliabilitas) Tes Kemampuan Berpikir Kritis

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,882	,837	20

Lampiran 2.5: Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes Berpikir Kritis

No Item	Indeks Daya Beda (IDB > 0,2)		Indeks Kesukaran Butir 0,2 < IKB < 0,8		Konsistensi Internal Butir (Rxy > 0,3)		Keputusan
	IDB	Kriteria	IKB	Kriteria	KIB	Kriteria	
Soal1	1,00	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,92	Konsisten	Digunakan
Soal2	0,78	Sangat Baik	0,30	Sukar	0,75	Konsisten	Tidak Digunakan
Soal3	0,06	Sangat Buruk	0,30	Sukar	-0,06	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal4	0,94	Sangat Baik	0,28	Sangat Sukar	0,93	Konsisten	Digunakan
Soal5	0,72	Sangat Baik	0,28	Sangat Sukar	0,89	Konsisten	Digunakan
Soal6	0,11	Sangat Buruk	0,31	Sukar	0,01	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal7	0,78	Sangat Baik	0,28	Sangat Sukar	0,89	Konsisten	Digunakan
Soal8	-0,22	Sangat Buruk	0,38	Sukar	-0,24	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal9	0,83	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,90	Konsisten	Digunakan

Soal10	- 0,11	Sangat Buruk	0,33	Sukar	-0,21	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal11	0,83	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,89	Konsisten	Digunakan
Soal12	0,06	Sangat Buruk	0,31	Sukar	0,14	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal13	0,83	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,91	Konsisten	Digunakan
Soal14	- 0,06	Sangat Buruk	0,29	Sangat Sukar	-0,61	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal15	0,83	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,91	Konsisten	Digunakan
Soal16	- 0,11	Sangat Buruk	0,31	Sukar	-0,04	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal17	0,89	Sangat Baik	0,29	Sangat Sukar	0,91	Konsisten	Digunakan
Soal18	- 0,22	Sangat Buruk	0,33	Sukar	-0,31	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal19	0,00	Buruk	0,29	Sangat Sukar	-0,07	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
Soal20	0,83	Sangat Baik	0,28	Sangat Sukar	0,92	Konsisten	Digunakan



LAMPIRAN III
PERANGKAT PEMBELAJARAN



Lampiran 3.1: Modul Ajar Kelas Eksperimen
Lampiran 3.2: Modul Ajar Kelas Kontrol

Lampiran 3.1: Modul Ajar Kelas Eksperimen

A. Modul Ajar



Kurikulum
Merdeka



Modul Ajar FISIKA

Untuk Kelas XI Semester 2


$$P.V=n.R.T$$

MATERI GELOMBANG BUNYI



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2026

KATA PENGANTAR

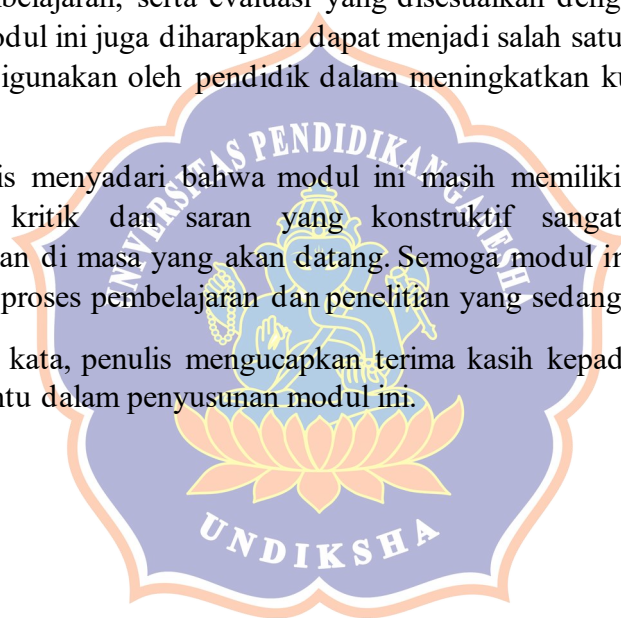
Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga modul ajar fisika dengan materi *gelombang bunyi* ini dapat disusun dengan baik. Modul ini disusun sebagai bagian dari instrumen penelitian yang bertujuan untuk mendukung proses pembelajaran fisika yang lebih efektif, interaktif, dan bermakna.

Materi gelombang bunyi merupakan salah satu topik penting dalam pembelajaran fisika karena berkaitan erat dengan fenomena yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti perambatan suara, frekuensi, resonansi, hingga aplikasi teknologi berbasis bunyi. Oleh karena itu, penyusunan modul ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep secara konseptual maupun aplikatif.

Modul ajar ini dirancang dengan memperhatikan keterpaduan antara teori, kegiatan pembelajaran, serta evaluasi yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Selain itu, modul ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang dapat digunakan oleh pendidik dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

Penulis menyadari bahwa modul ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi proses pembelajaran dan penelitian yang sedang dilakukan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul ini.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
GLOSARIUM.....	iii
PETA KONSEP.....	iv
INFORMASI UMUM.....	1
I. IDENTITAS MODUL.....	1
II. PROFIL PELAJAR PANCASILA.....	2
III. SARANA DAN PRASARANA.....	2
IV. TARGET PESERTA DIDIK.....	2
V. MODEL PEMBELAJARAN.....	2
KOMPONEN INTI.....	2
I. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	2
II. PEMAHAMAN BERMAKNA.....	2
III. KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	3
IV. ASESMEN PEMBELAJARAN.....	6
V. PENGAYAAN DAN REMEDIAL.....	7
VI. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK.....	7
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	8

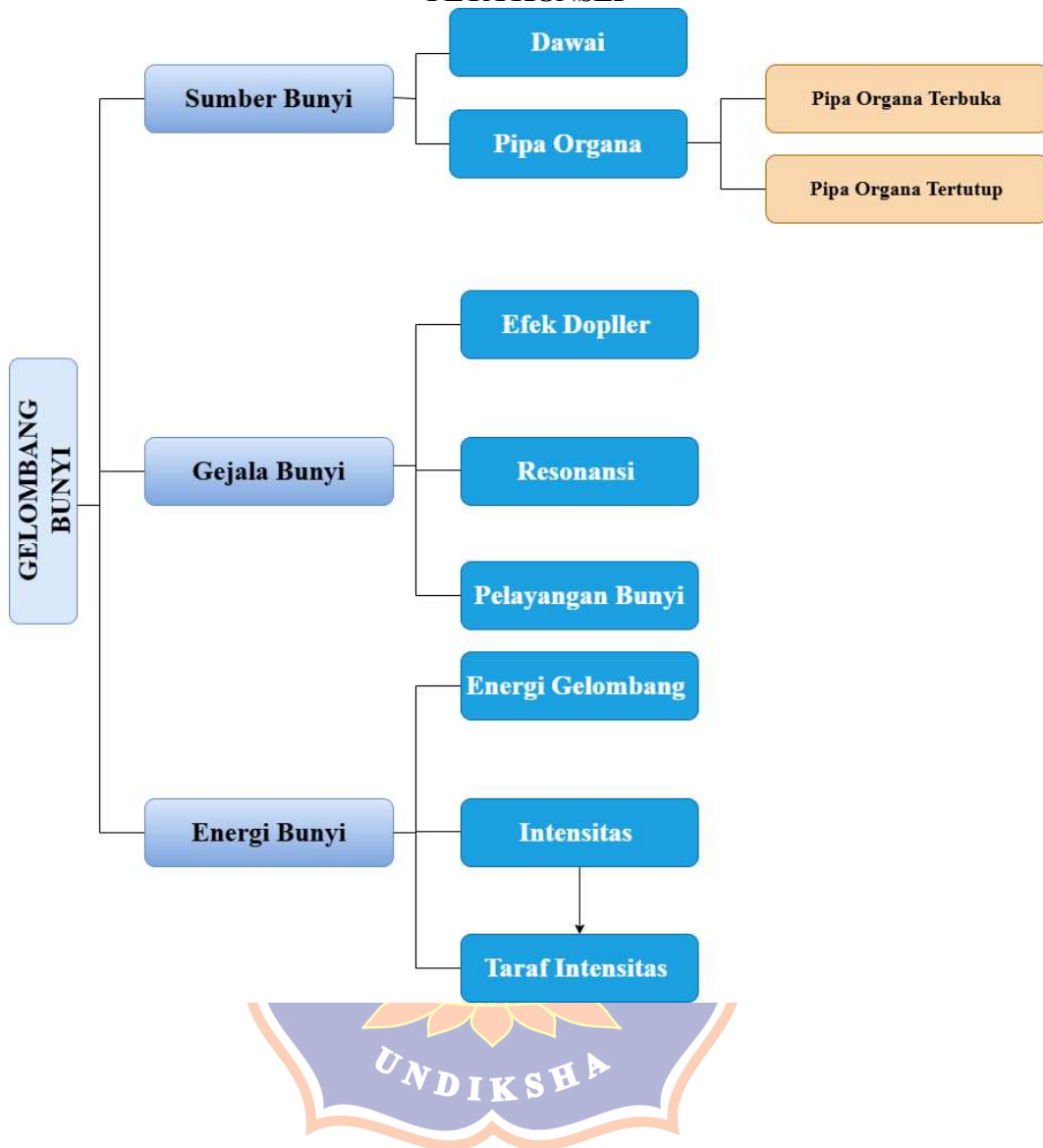


GLOSARIUM

Gelombang longitudinal	: gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambatannya
Frekuensi	: Banyaknya getaran dalam tiap sekon
Intensitas	: Energi bunyi yang tiap detik (daya bunyi) yang menembus bidang setiap satuan luas permukaan secara tegak lurus
Taraf intensitas	: logaritma perbandingan antara intensitas Bunyi dengan intensitas ambang pendengaran
Efek Doppler	: peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombangbunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber



PETA KONSEP



MODUL AJAR
GELOMBANG BUNYI

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

- a. Nama Penyusun : Ni Kadek Ayu Dinda Sugianthari
- b. Asal Instansi : SMA Negeri 3 Singaraja
- c. Jenjang : SMA
- d. Fase : F
- e. Kelas : XI1
- f. Mata Pelajaran : Fisika
- g. Alokasi Waktu : 9×45 menit-
- h. Tahun : 2025

Penyusunan

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Menjelaskan konsep gelombang-partikel cahaya
- b. Mendeskripsikan fenomena efek fotolistrik serta hasil eksperimen Hertz dan Lenard.
- c. Menganalisis persamaan dasar efek fotolistrik (energi foton, fungsi kerja, energi kinetik elektron).
- d. Menginterpretasikan grafik hubungan intensitas-arus dan frekuensi-energi kinetik.
- e. Mengaplikasikan konsep efek fotolistrik dalam teknologi (sel surya, photodiode).

KOMPETENSI AWAL

Peserta didik diharapkan telah memiliki kemampuan dasar tersebut sebelum mempelajari materi efek fotolistrik:

- a. Menjelaskan konsep dasar gelombang elektromagnetik.
- b. Mengetahui hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan cepat rambat cahaya.
- c. Memahami spektrum elektromagnetik (UV, visibel, inframerah).
- d. Menghitung energi dan usaha dalam konteks mekanika.
- e. Memahami hubungan energi listrik kinetik dengan kecepatan partikel.
- f. Memahami konsep dasar muatan listrik dan satuannya.
- g. Mampu membaca grafik hubungan dua variabel (linear/nonlinear).
- h. Mampu menafsirkan kemiringan (gradien) dan titik potong grafik.
- i. Operasi aljabar dasar, persamaan linear satu variabel, dan konversi satuan.

II. PROFIL PELAJAR PANCASILA

- a. Bernalar kritis: Menganalisis fenomena bunyi, menafsirkan data percobaan, dan menarik kesimpulan logis berdasarkan konsep fisika.
- b. Kreatif: Menghasilkan ide serta membuat produk sederhana berbasis prinsip gelombang bunyi sebagai solusi masalah nyata.
- c. Gotong royong: Bekerja sama dalam diskusi, eksperimen, dan pembuatan produk serta menghargai pendapat teman.
- d. Mandiri: Bertanggung jawab terhadap tugas dan melakukan refleksi terhadap pemahaman yang diperoleh.

III. SARANA DAN PRASARANA

- | | | |
|---------------------|----------------|---------------|
| 1. LCD/Proyektor | 4. LKPD | 6. Alat Tulis |
| 2. Laptop/Handphone | 5. Papan Tulis | |
| 3. PowerPoint | 6. Spidol | |

IV. TARGET PESERTA DIDIK: Reguler

V. MODEL PEMBELAJARAN

Collaborative Creativity (CC) berbantuan PhET

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melakukan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Menjelaskan konsep gelombang bunyi meliputi sumber bunyi, medium rambat, frekuensi, amplitudo, panjang gelombang, dan cepat rambat bunyi secara benar.
- b. Menganalisis hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan cepat rambat bunyi serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
- c. Melakukan percobaan sederhana tentang gelombang bunyi untuk memperoleh data secara kolaboratif dan menyimpulkan hasilnya.
- d. Merancang dan membuat produk kreatif sederhana berbasis prinsip gelombang bunyi (misalnya pengeras bunyi pasif, alat musik sederhana, atau model peredam suara).
- e. Mengomunikasikan hasil diskusi, percobaan, dan produk secara ilmiah melalui presentasi kelompok.
- f. Menunjukkan sikap kerja sama, tanggung jawab, dan kreativitas dalam proses pembelajaran kolaboratif.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

Melalui pembelajaran gelombang bunyi berbasis *Collaborative Creativity*, peserta didik memahami bahwa bunyi bukan sekedar sesuatu yang didengar, tetapi merupakan gelombang mekanik yang memiliki karakteristik ilmiah seperti frekuensi, amplitudo, dan cepat rambat yang dapat diamati, diukur, serta dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik menyadari bahwa:

- a. Fenomena bunyi di sekitar memiliki prinsip fisika yang dapat dijelaskan secara ilmiah, misalnya perbedaan tinggi nada pada alat musik, gema di ruangan besar, hingga peredaman suara pada dinding tertentu.
- b. Konsep gelombang bunyi dapat digunakan untuk memecahkan masalah nyata, seperti merancang alat pengeras bunyi sederhana, membuat peredam kebisingan, atau memahami teknologi sonar dan USG.
- c. Kreativitas dan kolaborasi membantu memperdalam pemahaman sains, karena melalui diskusi, eksperimen, dan pembuatan produk, siswa membangun sendiri konsep yang dipelajari, bukan hanya menghafal rumus.
- d. Sains berkaitan erat dengan kehidupan dan teknologi, sehingga pemahaman gelombang bunyi mendorong siswa berpikir kritis, inovatif, serta mampu bekerja sama dalam menyelesaikan tantangan.

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

a. Pertemuan Pertama (2 JP): *Pre-test*

Sintaks	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Pembuka	a. Guru dan peserta didik memberikan salam b. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai pembelajaran c. Guru melakukan absensi kehadiran peserta didik d. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik untuk memulai pembelajaran dengan lebih baik	5 menit
Kegiatan Inti	1. <i>Stimulation</i> (Stimulasi) (15 menit): a. Guru menampilkan video/fenomena: “bagaimana lampu dapat menyala tanpa baterai?” b. Peserta didik memberikan jawaban dari pertanyaan pemantik: “Apakah listrik dapat dihasilkan hanya dengan magnet dan kawat?” c. Guru mengaitkan dengan konsep medan magnet dan arus listrik yang telah dipelajari.	125 menit

Kegiatan Penutup	a. Guru dan peserta didik memberikan refleksi dari proses pembelajaran yang telah berlangsung b. Guru dan peserta didik berdoa sebelum mengakhiri pembelajaran c. Guru memberikan salam sebelum meninggalkan kelas	5 menit
-------------------------	--	---------

b. Pertemuan Kedua (3JP) (*Eksplorasi & Imajinasi*)

Sintaks	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Pembuka	a. Guru dan peserta didik memberikan salam b. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai pembelajaran c. Guru melakukan absensi kehadiran peserta didik d. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik untuk memulai pembelajaran dengan lebih baik	5 menit
Kegiatan Inti	1. Identifikasi Masalah (30 menit): a. Guru memberikan demonstrasi fenomena bunyi menggunakan sebuah video b. Guru memberikan pertanyaan pemantik yaitu: “bagaimana suara penyanyi opera bisa memecahkan gelas” dan “mengapa suara laki-laki lebih berat dibandingkan suara perempuan?” c. Guru menunjukkan tentang simulasi PhET 2. Eksplorasi Ide (45 menit) a. Siswa dibagi kedalam beberapa kelompok b. Guru memberikan lembar LKPD kepada masing-masing kelompok c. Siswa memberikan sebuah ide awal tentang frekuensi dan amplitudo serta pengaruhnya terhadap keras-pelan dan kuat-lemahnya bunyi 3. <i>Collaborative Creativity</i> (50 menit) a. Masing-masing kelompok berkolaborasi untuk menjawab pertanyaan pada eksplorasi ide b. Siswa mencatat hasil pengamatan pada LKPD	125 menit

	c. Guru mengamati jalannya diskusi dan simulasi	
Kegiatan Penutup	1. Guru dan peserta didik memberikan refleksi dari proses pembelajaran yang telah berlangsung 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum mengakhiri pembelajaran 3. Guru memberikan salam sebelum meninggalkan kelas	5 menit

e. Pertemuan Ketiga (2JP) (Elaborasi dan Evaluasi)

Sintaks	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Pembuka	a. Guru dan peserta didik memberikan salam b. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai pembelajaran c. Guru melakukan absensi kehadiran peserta didik d. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik untuk memulai pembelajaran dengan lebih baik	5 menit
Kegiatan Inti	4. Elaborasi Ide (40 menit): a. Kelompok menggabungkan ide masing-masing menjadi sebuah penemuan yang kreatif b. Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil temuannya di depan kelas c. Kelompok yang tidak presentasi memberikan tanggapan 5. Evaluasi (40 menit) a. Guru memberikan klarifikasi matematis mengenai materi gelombang bunyi.	125 menit
Kegiatan Penutup	a. Guru dan peserta didik memberikan refleksi dari proses pembelajaran yang telah berlangsung b. Guru dan peserta didik berdoa sebelum mengakhiri pembelajaran c. Guru memberikan salam sebelum meninggalkan kelas	5 menit

e. Pertemuan Keempat (2JP)

Sintaks	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Pembuka	f. Guru dan peserta didik memberikan salam g. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai pembelajaran h. Guru melakukan absensi kehadiran peserta didik i. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik untuk memulai pembelajaran dengan lebih baik	5 menit
Kegiatan Inti	<i>d. Stimulation (Stimulasi) (15 menit):</i> d. Guru menampilkan video/fenomena: “bagaimana lampu dapat menyala tanpa baterai?” e. Peserta didik memberikan jawaban dari pertanyaan pemantik: “Apakah listrik dapat dihasilkan hanya dengan magnet dan kawat?” f. Guru mengaitkan dengan konsep medan magnet dan arus listrik yang telah dipelajari.	125 menit
Kegiatan Penutup	e. Guru dan peserta didik memberikan refleksi dari proses pembelajaran yang telah berlangsung f. Guru dan peserta didik berdoa sebelum mengakhiri pembelajaran g. Guru memberikan salam sebelum meninggalkan kelas	5 menit

IV. ASESMEN PEMBELAJARAN

a. Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif.

b. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes tertulis.

c. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek.

V. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Remedial

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

b. Pengayaan

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

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
dst							

VI. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

a. Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

b. Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Materi Gelombang Bunyi

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan ini, Anda diharapkan mampu menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi meliputi cepat rambat bunyi, bunyi pada dawai, pipa organa, intensitas, dan efek doppler. Anda juga diharapkan memiliki kemampuan untuk mempresentasikan penerapan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

B. Uraian Materi

Pernah merasa bingung kenapa saat berbicara di alam terbuka, suara Anda bisa terdengar sampai jauh? Apalagi kalau Anda berada di atas gunung, suara lantang dari penduduk bisa terdengar sampai puncak gunung. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya karakteristik dari gelombang bunyi.

Gelombang bunyi adalah gelombang yang merambat melalui medium tertentu. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang digolongkan sebagai gelombang longitudinal. Gelombang bunyi ini menghantarkan bunyi ke telinga manusia. Bunyi/ suara dapat terdengar karena adanya getaran yang menjalar ke telinga pendengar. Lalu bagaimana cara menentukan cepat rambat bunyi? Simak uraian berikut.

1. Cepat Rambat Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Cepat rambat bunyi tergantung pada

sifat-sifat medium rambat, maka bunyi mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh dua faktor yaitu :

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

Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V = \lambda \cdot f$$

Keterangan:

V : cepat rambat bunyi

λ : panjang gelombang bunyi

f : frekuensi bunyi

Cepat rambat bunyi tergantung pada mediumnya:

- Cepat rambat bunyi pada medium gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{Mr}} \quad v : \text{cepat rambat bunyi (m/s)}$$

γ : tetapan Laplace

R : tetapan gas umum (J/mol K)

T : suhu mutlak (K)

Mr : massa molekul relatif (kg/mol)

- Cepat rambat bunyi pada medium zat cair

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad v : \text{cepat rambat bunyi (m/s)}$$

B : modulus Bulk (N/m^2)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

- Cepat rambat bunyi pada medium zat padat:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad v : \text{cepat rambat bunyi (m/s)}$$

E : modulus Young (N/m^2)

ρ : massa jenis zat padat (kg/m^3)

Contoh Soal

Tentukan kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam air, jika diketahui modulus Bulk air $2,25 \times 10^9 N/m^2$ dan massa jenis air $10^3 kg/m^3$. Tentukan pula panjang gelombangnya, jika frekuensinya 1 kHz.

Penyelesaian:

Diketahui: $B = 2,25 \times 10^9 N/m^2$; $\rho = 10^3 kg/m^3$

Kecepatan perambatan bunyi

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

$$v = \sqrt{\frac{2,25 \times 10^9}{10^3}} = 1500$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500}{1000}$$

$$\lambda = 1,5 \text{ m}$$

2. Dawai

Ketika Anda memainkan gitar di bagian depan (dekat leher gitar), pasti bunyinya nyaring. Itu artinya, semakin pendek jaraknya, frekuensinya semakin tinggi (berbanding terbalik). Begitu pula dengan massa jenis, dan luas permukaan senarnya. Yang dimaksud dengan luas permukaan senar di sini penampang dari senar/dawai dan tentu kecil sekali penampangnya? Artinya, semakin kecil luas permukaannya maka frekuensinya besar. Adapun variabel yang berbanding lurus terhadap frekuensi adalah gaya. Coba Anda kamu memetik gitar dengan lebih kencang, pasti suaranya lebih nyaring. Bandingkan dengan petikan yang lembut dan pelan, pasti bunyi yang keluar akan lebih rendah.

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

- Nada Dasar

Nada Dasar terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk $1/2$ gelombang seperti pada gambar.

Tali dengan panjang L dengan $1/2\lambda$

Sehingga: $L = 1/2\lambda$, maka $\lambda = 2L$

Maka frekuensi nada dasar adalah,

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

- Nada Atas ke 1

Nada atas ke 1 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk satu gelombang. Tali dengan panjang L membentuk 1λ .

$L = 1\lambda$, maka $\lambda = L$

Frekuensi nada atas ke 1 adalah,

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

- Nada Atas ke 2

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

Tali dengan panjang L membentuk $1\frac{1}{2}\lambda$ atau $3/2\lambda$

$L = 3/2\lambda$ maka $\lambda = 2/3L$

Frekuensi nada atas ke 2 adalah

$$f_2 = \frac{3v}{2L}$$

Berdasarkan data di atas diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke n

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

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}, f_2 = \frac{3v}{2L}$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu

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

3. Pipa Organa

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

a. Pipa Organa Terbuka

- Nada dasar

Jika sepanjang pipa organa terbentuk $1/2$ gelombang, maka nada yang dihasilkan disebut nada dasar

$$L = 1/2\lambda, \text{ maka } \lambda = 2L$$

Sehingga persamaan frekuensi nada dasar untuk pipa organa terbuka

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

- Nada Atas ke 1

Jika sepanjang pipa organa terbentuk 1 gelombang, maka nada yang dihasilkan disebut nada atas ke 1

Pipa organa dengan panjang L dimana $L = 1\lambda$ maka $\lambda = L$

Frekuensi nada atas ke 1 adalah

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

- Nada atas ke 2

Jika sepanjang pipa organa terbentuk $3/2$ gelombang, maka nada yang dihasilkan disebut nada atas ke 2.

Pipa organa dengan panjang L , dimana $L = 3/2\lambda$ maka $\lambda = 2/3L$ persamaan nada ke atas 2 adalah sebagai berikut

$$f_2 = \frac{3v}{2L}$$

Berdasarkan data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke n pada pipa organa terbuka dapat ditentukan dengan rumus

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

Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa pipa organa terbuka dengan frekuensi nada dasarnya merupakan bilangan bulat dengan perbandingan

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

b. Pipa Organa Tertutup

- Nada dasar

Jika sepanjang pipa organa terbentuk $1/4$ gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada dasar

$$L = 1/4\lambda \text{ maka } \lambda = 4L$$

Persamaan pipa organa tertutup untuk nada dasar adalah

$$f_0 = \frac{v}{4L}$$

- Nada atas ke 1

Jika sepanjang pipa organa terbentuk $\frac{3}{4}$ gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 1

$$l = 3/4\lambda \text{ maka } \lambda = 4/3$$

Persamaan pipa organa tertutup untuk nada atas ke 1 adalah

$$f_0 = \frac{3v}{4L}$$

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke n pada pipa organa tertutup dapat ditentukan dengan rumus:

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

Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa pipa organa tertutup dengan frekuensi nada dasarnya

$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 3 : 5$$

4. Intensitas dan Taraf Intensitas

Ketika bel tanda masuk sekolah berdering, pernahkah Anda tidak mendengarnya dengan jelas? Kira-kira kenapa hal itu bisa terjadi? Anda sudah pasti bisa menduga bahwa Anda tidak bisa mendengar dengan jelas karena posisi Anda yang agak jauh dari bel sebagai sumber bunyinya. Sebaliknya jika Anda berada dekat dengan sumber bunyi, tentu terdengar dengan jelas bahkan kadangkala sampai memekakkan telinga. Inilah yang dinamakan dengan Intensitas Bunyi.

a. Intensitas Bunyi

Intensitas adalah untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi yaitu energi bunyi yang tiap detik (daya bunyi) yang menembus bidang setiap satuan luas permukaan secara tegak lurus. Rumus intensitas bunyi di suatu titik oleh beberapa sumber bunyi.

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

keterangan:

I : intensitas bunyi (W/m^2)

P: energi tiap waktu atau daya (W)

A: luas (m^2)

Dapat diketahui intensitas gelombang bunyi pada suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya dari sumber bunyi, maka perbandingan intensitas bunyi di dua tempat yang berbeda jaraknya terhadap satu sumber bunyi adalah :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Ternyata kuat bunyi yang terdengar oleh telinga tidak berbanding lurus dengan besarnya intensitas bunyi. Misalnya, jika intensitas awal $10^{-5} Wm^{-2}$ dan dinaikkan menjadi $2 \times 10^{-5} Wm^{-2}$, ternyata telinga kita tidak mendengar bunyi dua kali lebih kuat, bahkan telinga merasa mendengar bunyi yang hampir sama kuatnya.

Oleh karena jangkauan intensitas bunyi yang dapat didengar manusia sangat besar maka dibuatlah suatu besaran yang menyatakan intensitas dalam bilangan yang lebih kecil. Besaran ini dinamakan taraf intensitas bunyi disingkat TI.

b. Taraf Intensitas Bunyi

Yang dimaksud dengan taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan antara intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

keterangan:

TI : taraf intensitas bunyi (dB decibel)

I : intensitas bunyi (W/m^2)

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

Jika terdapat beberapa sumber bunyi yang identik maka taraf intensitasnya menjadi:

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

5. Efek Doppler

Efek Doppler adalah peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Contoh efek Doppler dapat dilihat pada gambar dibawah. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya. Persamaan Efek Doppler adalah :

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

Keterangan: f_p : frekuensi pendengar (Hz)

f_s : frekuensi sumber bunyi (Hz)

v_p : kecepatan pendengar (m/s)

v_s : kecepatan sumber bunyi (m/s)

v : cepat rambat bunyi di udara (340 m/s)

Dalam persamaan efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda:

v_p : bernilai (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi

v_p : bernilai (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

v_s : bernilai (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar

v_s : bernilai (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

B. LKPD

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Kelompok :

Nama Anggota :

A. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi permasalahan fisis pada fenomena gelombang bunyi.
2. Menganalisis hubungan antara frekuensi, amplitudo, dan cepat rambat bunyi
3. Menjelaskan konsep kuat lemah bunyi dan tinggi rendah nada berdasarkan eksperimen
4. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil percobaan virtual
5. Menyampaikan ide dan hasil diskusi secara kolaboratif dan logis.

B. Alat dan Bahan

1. Laptop/HP
2. Akses Internet
3. Alat Tulis

C. Kegiatan Pembelajaran

1. Identifikasi Masalah

Perhatikan fenomena berikut ini:

Sebuah ambulans yang bergerak mendekati pendengar terdengar memiliki bunyi lebih nyaring dan bernada lebih tinggi dibandingkan saat ambulans tersebut menjauh.

Pertanyaan::

- a. Faktor apa saja yang mempengaruhi bunyi yang kita dengar?
- b. Mengapa bunyi bisa terdengar keras atau lemah?
- c. Mengapa bunyi bisa terdengar tinggi atau rendah?

Tuliskan rumusan masalah berdasarkan fenomena tersebut:

2. Eksplorasi Ide

Diskusikan bersama kelompok:

- a. Menurut pendapat awal kalian, apa yang dimaksud dengan frekuensi bunyi?
- b. Apa hubungan amplitudo dengan keras-lemas bunyi?

Tuliskan ide awal kelompok:

3. *Collaborative Creativity*

Pada tahap ini masing-masing kelompok akan melakukan praktikum secara virtual menggunakan PhET *Simulation*, adapun langkah-langkah dalam melakukan praktikum adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan perangkat elektronik seperti *handphone* (hp)/laptop, lalu buka simulasi PhET menggunakan *link* yang sudah disediakan.



- b. Setelah berhasil, pilih menu *Two Source* pada simulasi
 c. Setelah itu, pada simulasi pertama atur amplitudo sebagai variabel tetap, kemudian ubah frekuensi dari nilai rendah hingga paling tinggi sebanyak tiga kali percobaan.
 d. Setelah mengubah frekuensi, amati perubahan tinggi nada bunyi yang terdengar, kemudian catat hasilnya pada Tabel 1.
 e. Selanjutnya, atur frekuensi sebagai variabel tetap, kemudian ubah amplitudo dari kecil ke besar sebanyak tiga kali percobaan. Catat hasil pengamatan pada Tabel 2.

Data Hasil Percobaan:

Tabel 1. Pengaruh Frekuensi terhadap Tinggi Nada Bunyi

No	Variasi Frekuensi	Tinggi Nada		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Rendah			
2	Sedang			
3	Tinggi			

Tabel 2. Pengaruh Amplitudo terhadap Kuat-Lemah Bunyi

No	Variasi Amplitudo	Kuat Bunyi		
		Lemah	Sedang	Kuat
1	Lemah			
2	Sedang			
3	Besar			

**Centang pada bagian yang dirasa sesuai*

4. Elaborasi Ide

Jawablah pertanyaan berikut berdasarkan hasil eksperimen:

- Bagaimana hubungan antara frekuensi dengan tinggi nada bunyi?
- Bagaimana hubungan antara amplitudo dengan kuat bunyi?
- Mengapa cepat rambat bunyi berbeda pada medium yang berbeda?

- d. Apakah amplitudo memengaruhi tinggi nada? Jelaskan.
 - e. Jelaskan perbedaan konsep frekuensi dan amplitudo dalam gelombang bunyi.
-

5. Evaluasi dan Refleksi

- a. Ide awal kelompok mana yang terbukti benar setelah melakukan eksperimen?
- b. Apa konsep baru tentang gelombang bunyi yang dapat kalian pahami setelah melakukan eksperimen?
- c. Kesulitan apa yang ditemui saat melakukan simulasi?
- d. Bagaimana kerja sama kelompok selama melakukan eksperimen?

D. Kesimpulan Kelompok

Tuliskan kesimpulan dan refleksi yang kalian dapatkan selama proses pembelajaran berlangsung!



Lampiran 3.2: Modul Ajar Kelas Kontrol

MODUL AJAR FISIKA SMA NEGERI 3 AMLAPURA FASE F

A. Informasi Umum

Kode Modul	F11.2.2
Sekolah	SMA Negeri 3 Amlapura
Penyusun/Tahun	Ni Luh Desi Lestari, S.Pd 2026
Kelas/Fase Capaian	XI/F
Elemen/Topik	Gelombang Bunyi
Alokasi Waktu	5 JP
Pertemuan Ke-	3, 4
Sarana Prasarana	LCD, HP, Pipa Paralon
Model Pembelajaran	<i>Discovery-Based Learning</i>
Mode Pembelajaran	Tatap Muka

B. Komponen Inti

Identifikasi	Siswa menyadari konsep sumber bunyi berupa senar dan pipa organa, namun siswa belum memahami mengapa mengubah panjang atau diameter pipa knalpot dapat mengubah suara menjadi lebih nyaring. Siswa memahami konsep intensitas dan intensitas bunyi, namun siswa belum menyadari secara kuantitatif bahwa satu knalpot <i>brong</i> bisa memiliki kebisingan setara puluhan knalpot standar.
	Materi Pelajaran: Jenis Pengetahuan: ➤ Pengetahuan esensial: senar/dawai, pipa organa, intensitas dan taraf intensitas, efek Doppler. ➤ Pengetahuan aplikatif: hubungan panjang pipa dapat mempengaruhi tingkat kebisingan. ➤ Pengetahuan nilai dan karakter: tanggungjawab, peduli lingkungan. ➤ Relevansi: Sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, seperti mencegah polusi udara, dan bertanggungjawab terhadap lingkungan sekitarnya. ➤ Tingkat Kesulitan: Sedang. Memahami konsep gejala gelombang bunyi mudah, namun mengaplikasikan konsep gejala gelombang bunyi dalam pencegahan polusi udara secara mandiri menantang dan memerlukan bimbingan. ➤ Struktur Materi: Dimulai dari studi kasus (penggunaan knalpot bong di lingkungan remaja), lalu pengenalan

	konsep (senar/dawai, pipa organa, intensitas dan taraf intensitas, efek Doppler), dilanjutkan dengan proyek eksploratif (Audit Polusi Suara Jalan Raya). ➤ Integrasi Nilai dan Karakter: Ditekankan pada nilai tanggung jawab terhadap tindakan yang dilakukan dan menjaga kelestarian ekosistem. Dimensi Profil Lulusan: <table><tr><td>Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME ☐</td><td>√</td><td>Kewargaan ☐</td></tr><tr><td>Penalaran Kritis ☐</td><td>Kesehatan ☐</td><td>Kreativitas ☐</td></tr><tr><td>Kemandirian ☐</td><td>Komunikasi ☐</td><td>Kolaborasi ☐</td></tr></table>	Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME ☐	√	Kewargaan ☐	Penalaran Kritis ☐	Kesehatan ☐	Kreativitas ☐	Kemandirian ☐	Komunikasi ☐	Kolaborasi ☐
Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME ☐	√	Kewargaan ☐								
Penalaran Kritis ☐	Kesehatan ☐	Kreativitas ☐								
Kemandirian ☐	Komunikasi ☐	Kolaborasi ☐								
Desain Pembelajaran	Capaian Pembelajaran: Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang bunyi dalam menyelesaikan masalah. Tujuan Pembelajaran: 1. Peserta didik dapat menganalisis hubungan antara sumber bunyi (resonansi pipa organa) dengan tingkat kebisingan (Taraf Intensitas). 2. Peserta didik dapat menjelaskan fenomena perubahan nada saat kendaraan melintas (Efek Doppler). 3. Peserta didik secara kritis dapat merancang solusi atau laporan teknis mengenai dampak polusi suara terhadap kesehatan lingkungan. Topik Pembelajaran: Gejala Gelombang Bunyi Praktik Pedagogis: Discovery Learning Kemitraan Pembelajaran (opsional): Di rumah, mereka melibatkan masyarakat untuk membantu mengaudit polusi udara yang ada disekitarnya. Lingkungan Pembelajaran: Laboratorium/ruang kelas, Jalan sekitar rumah Pemanfaatan Digital: Aplikasi <i>Phypox</i>									
Pengalaman Belajar	Langkah-Langkah Pembelajaran AWAL									

	<i>Prinsip pembelajaran: Berkeasadaran, bermakna, dan menggembirakan</i> <i>Pembelajaran dimulai dengan mengondisikan suasana yang hangat dan menyenangkan serta mengaitkan materi dengan kehidupan nyata.</i> - Guru membuka pelajaran dengan salam dan doa bersama. - Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai bentuk pembiasaan disiplin. - Pertanyaan Pemantik: Guru mengajukan pertanyaan pemantik: "Mengapa knalpot yang 'dibobok' bisa mengeluarkan suara yang memekakkan telinga dibandingkan knalpot asli pabrik?" - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. INTI Pada tahap ini, siswa aktif terlibat dalam pengalaman belajar memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Guru menerapkan prinsip pembelajaran berkesadaran, bermakna, menyenangkan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pengalaman belajar tidak harus dilaksanakan dalam satu kali pertemuan. Memahami (<i>prinsip pembelajaran yang digunakan: berkesadaran, bermakna</i>) Stimulasi: - Guru memulai dengan isu: "Guru memutar video polisi melarang penggunaan/penangkapan terhadap sepeda motor yang menggunakan knalpot brong. Identifikasi Masalah: - Guru mengarahkan diskusi ke: Mengapa penggunaan knalpot brong dilarang? Mengapa motor gede masih bisa menggunakan knalpot yang suaranya kencang? Pengumpulan Data: - Pipa Organa: Menggunakan pipa paralon dengan berbagai panjang untuk mensimulasikan "resonansi" pada knalpot. - Intensitas: Menggunakan aplikasi <i>Sound Meter</i> di HP untuk mengukur Taraf Intensitas (dB) dari sumber bunyi yang jaraknya divariasi. Pengolahan Data (Menemukan Konsep):
--	---

	- Siswa menghitung nilai Taraf Intensitas (TI) menggunakan rumus logaritma dan menganalisis pergeseran frekuensi pada Efek Doppler. Verifikasi - Membandingkan hasil ukur aplikasi dengan perhitungan manual rumus: $TI = TI_1 + 10 \log(n).$ Generalisasi - Menarik Kesimpulan: Menyimpulkan bahwa modifikasi fisik pada sumber bunyi (pipa) dan jumlah sumber bunyi sangat menentukan tingkat polusi suara. Mengaplikasi (<i>prinsip pembelajaran yang digunakan: bermakna, dan menggembirakan</i>) Pengenalan Proyek: Guru secara resmi meluncurkan Proyek "Audit Polusi Jalan Raya". • Tugas Proyek: Siswa melakukan investigasi berkelompok di pinggir jalan depan lingkungan rumah. • Aktivitas: 1. Pengumpulan Data: Mengukur tingkat kebisingan (dB) saat kondisi jalan sepi vs saat ada kendaraan knalpot <i>brong</i> lewat menggunakan aplikasi HP. 2. Analisis: Menghitung secara teoretis berapa jarak aman (jarak minimal) pemukiman dari jalan raya agar tingkat kebisingan tidak merusak telinga (di bawah 85 dB). • Produk: Laporan infografis atau surat terbuka/artikel edukasi tentang "Mengapa Knalpot <i>Brong</i> Merusak Kesehatan Pendengaran" ditinjau dari sudut pandang Fisika. Merefleksi (<i>prinsip pembelajaran yang digunakan: berkesadaran, bermakna</i>) - Kesadaran Sosial: Siswa menyadari bahwa modifikasi knalpot bukan sekadar gaya, tapi tindakan yang secara fisik mengganggu ambang pendengaran orang lain (polusi suara). - Aplikasi Ilmu: Siswa merasa ilmu fisika (logaritma pada TI dan frekuensi Doppler) sangat berguna untuk menjelaskan mengapa lingkungan mereka menjadi tidak nyaman/bising.
--	---

	- Tanggung Jawab: Siswa menyadari pentingnya menaati aturan standar teknis kendaraan demi kenyamanan bersama.
	PENUTUP <i>(prinsip pembelajaran yang digunakan: berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan)</i> - Guru memberikan umpan balik atas proses dan hasil diskusi serta proyek siswa. - Siswa menyampaikan rencana lanjutan untuk presentasi proyek pada pertemuan berikutnya. - Pembelajaran ditutup dengan doa dan salam, serta penguatan semangat belajar.
Asesmen Pembelajaran	Dalam pembelajaran topik gejala gelombang bunyi, teknik dan instrumen penilaian diterapkan secara menyeluruh pada tahap awal, proses, dan akhir pembelajaran. Pada awal pembelajaran, digunakan observasi dan tes diagnostik sederhana untuk mengetahui pemahaman awal peserta didik tentang konsep gelombang bunyi. Selama proses pembelajaran, dilakukan asesmen untuk pembelajaran (assessment for learning) melalui penilaian kinerja, observasi aktivitas diskusi, serta umpan balik formatif dari guru terhadap tugas dan LKPD. Pada akhir pembelajaran, digunakan asesmen hasil pembelajaran (assessment of learning) melalui penilaian proyek, penilaian produk, dan tes tertulis untuk mengukur pencapaian pemahaman dan keterampilan. Hasil penilaian dirangkum dalam portofolio pembelajaran sebagai dokumentasi perkembangan belajar setiap peserta didik.

LKPD 1

A. Identitas LKPD

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 3 Amlapura

Mata Pelajaran : Fisika

Fase/Kelas : F / XI

Materi Pokok : Gejala Gelombang Bunyi

Topik Kegiatan : Menganalisis Dampak Pengambilan Batu Pantai melalui Sifat Gelombang

Alokasi Waktu : 2 x 45 Menit

Kelompok :

No	Nama	No	Nama

Tanggal Pelaksanaan :

B. Judul Kegiatan

"Membongkar Rahasia Fisika di Balik Kebisingan Knalpot Brong"

C. Tujuan Kegiatan

Setelah melakukan kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan fenomena refleksi dan difraksi gelombang melalui pengamatan pada tangki riak.
2. Mengumpulkan data pola gelombang akibat adanya penghalang (simulasi batu pantai).
3. Menganalisis hubungan antara keberadaan penghalang dengan ketenangan air di area daratan.
4. Menarik kesimpulan mengenai dampak pengambilan batu pantai terhadap potensi abrasi berdasarkan prinsip fisika.

D. Dasar Teori

Knalpot motor bekerja dengan prinsip Pipa Organa Terbuka. Bunyi akan terdengar lebih keras saat terjadi resonansi, yaitu ketika frekuensi sumber bunyi sama dengan frekuensi alami pipa. Selain nada, tingkat kebisingan diukur dalam Taraf Intensitas (TI) dengan satuan desibel (dB). Semakin pendek pipa dan semakin sedikit sekat peredam (seperti pada knalpot *brong*), maka frekuensi akan meningkat (suara lebih melengking) dan TI akan naik secara signifikan.

E. Alat dan Bahan

1. Pipa paralon (PVC) dengan diameter sama namun panjang berbeda (20 cm, 40 cm, 60 cm).
2. *Smartphone* dengan aplikasi **Frequency Generator** dan **Decibel Meter**.
3. Mistar/Penggaris.

F. Cara Kerja / Tahapan Kegiatan

1. **Uji Resonansi:** Nyalakan aplikasi *Frequency Generator*. Dekatkan pada ujung pipa 60 cm. Geser frekuensi hingga terdengar suara paling keras. Catat frekuensinya.
2. **Variasi Panjang: Ulangi** langkah pertama untuk pipa 40 cm dan 20 cm. Amati perbedaan frekuensi resonansinya.
3. **Uji Taraf Intensitas:** Gunakan **satu** sumber bunyi yang stabil. Ukur kebisingannya menggunakan aplikasi *Decibel Meter* tanpa pipa, lalu ukur kembali saat sumber bunyi dimasukkan ke dalam pipa yang paling pendek (simulasi knalpot *brong*).
4. **Simulasi Doppler (Diskusi):** Amati video/rekaman suara motor melintas kencang dan diskusikan perubahan nadanya.

G. Pengumpulan Data

Tabel 1 Data Resonansi Pipa

No	Panjang Pipa (L)	Frekuensi Resonansi (f)	Karakter Suara Ngebas/Melengking
1	60 cm		
2	40 cm		
3	20 cm		

Tabel 2 Data Taraf Intensitas

Kondisi Simulasi Knalpot	Material Sekat	Taraf Intensitas (dB)	Analisis Deskriptif
Standar (Pipa + Spons)	Spons Cuci Piring	 dB	Suara teredam/pelan
Brong (Pipa Kosong)	Tidak Ada	 dB	Suara nyaring/keras

H. Pengolahan Data

1. Berdasarkan Tabel 1, jelaskan hubungan antara panjang pipa (L) dengan frekuensi (f)!
2. Berdasarkan Tabel 2, jelaskan pengaruh kondisi sumber bunyi terhadap taraf intensitas!

I. Pertanyaan Analisis

1. Mengapa knalpot racing yang bentuknya lebih pendek cenderung menghasilkan suara yang lebih "cempreng" atau melengking? Jelaskan dengan konsep Pipa Organa!
2. Jika ambang nyeri pendengaran manusia adalah 120 dB, apakah hasil pengukuran "simulasi knalpot brong" kalian mendekati batas tersebut? Apa dampaknya jika didengar dalam waktu lama?
3. Jelaskan mengapa suara motor *brong* yang melaju kencang mendekati kita terdengar lebih melengking dibandingkan saat ia menjauh! (Hubungkan dengan Efek Doppler).

J. Penyimpulan

Berdasarkan hasil percobaan, dapat disimpulkan bahwa:

- Modifikasi knalpot menjadi lebih pendek akan meningkatkan sehingga suara menjadi melengking.
- Hilangnya sekat peredam pada knalpot mengakibatkan kenaikan yang memicu polusi suara.

K. Refleksi

1. Bagaimana perasaan Anda jika ada kendaraan dengan knalpot *brong* melintas saat Anda sedang beristirahat atau belajar?
2. Setelah memahami konsep TI, apakah menurut Anda gaya-gayaan dengan knalpot bising sebanding dengan risiko kerusakan pendengaran orang lain?

LAMPIRAN IV
DATA HASIL PENELITIAN



- Lampiran 4.1 : Hasil *Pre-Test* Kelompok Eksperimen**
- Lampiran 4.2 : Hasil *Pre-Test* Kelompok Kontrol**
- Lampiran 4.3 : Hasil *Post-Test* Kelompok Eksperimen**
- Lampiran 4.4 : Hasil *Post-Test* Kelompok Kontrol**
- Lampiran 4.5 : Hasil *Pre-Test* Setiap Dimensi pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan**
- Lampiran 4.6 : Hasil *Post-Test* Setiap Dimensi pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan**
- Lampiran 4.7 : Hasil Analisis Koreksi Dua Korektor**

Lampiran 4.1 Hasil *Pre-Test* Kelompok Eksperimen

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI1 1	1	2	0	2	1	2	2	0	2	2	14	35
2	XI1 2	2	1	2	1	0	2	2	2	2	2	16	40
3	XI1 3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	17	43
4	XI1 4	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	17	43
5	XI1 5	2	2	2	1	1	2	1	2	0	2	15	38
6	XI1 6	2	2	1	1	2	2	1	2	0	2	15	38
7	XI1 7	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	18	45
8	XI1 8	2	1	2	1	0	2	2	2	2	1	15	38
9	XI1 9	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	18	45
10	XI1 10	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	16	40
11	XI1 11	2	2	1	4	2	2	2	2	1	2	20	50
12	XI1 12	2	2	1	2	1	2	2	0	0	0	12	30
13	XI1 13	1	2	2	2	2	2	1	2	0	0	14	35
14	XI1 14	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	17	43
15	XI1 15	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	16	40
16	XI1 16	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	17	43
17	XI1 17	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	18	45
18	XI1 18	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	17	43
19	XI1 19	1	2	2	2	1	1	0	2	2	1	14	35
20	XI1 20	2	2	2	1	2	1	1	0	1	2	14	35
21	XI1 21	2	1	1	2	2	2	0	2	2	1	15	38
22	XI1 22	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19	48
23	XI1 23	2	2	1	2	0	2	2	1	2	2	16	40
24	XI1 24	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	15	38
25	XI1 25	2	2	2	1	2	1	1	2	0	1	14	35
26	XI1 26	2	2	2	2	2	0	1	2	1	2	16	40
27	XI1 27	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	18	45
28	XI1 28	2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	19	48
29	XI1 29	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	18	45
30	XI1 30	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	16	40
31	XI1 31	1	2	2	2	0	2	0	2	2	1	14	35
32	XI1 32	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	18	45
33	XI1 33	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	17	43

Lampiran 4.2: Hasil *Pre-Test* Kelompok Kontrol

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI2 1	1	2	2	3	2	1	2	1	2	2	18	45
2	XI2 2	3	2	1	1	3	1	2	2	1	3	19	48
3	XI2 3	1	2	1	2	2	1	2	1	0	0	12	30
4	XI2 4	1	3	0	2	1	0	0	2	2	1	12	30
5	XI2 5	3	2	2	0	3	2	3	3	0	0	18	45
6	XI2 6	2	2	3	2	1	2	3	3	0	0	18	45
7	XI2 7	2	2	2	2	1	3	3	1	0	0	16	40

8	XI2 8	2	2	2	0	1	1	2	2	0	2	14	35
9	XI2 9	3	2	2	2	0	1	3	0	2	3	18	45
10	XI2 10	3	3	2	3	2	1	2	2	0	0	18	45
11	XI2 11	2	1	2	3	2	1	2	0	1	1	15	38
12	XI2 12	1	3	1	2	2	1	2	1	0	0	13	33
13	XI2 13	2	2	2	2	2	3	3	0	0	0	16	40
14	XI2 14	3	2	3	0	2	4	0	1	0	2	17	43
15	XI2 15	2	2	2	2	0	1	1	2	0	3	15	38
16	XI2 16	2	2	2	2	2	1	2	1	0	0	14	35
17	XI2 17	3	3	1	4	3	2	0	0	0	0	16	40
18	XI2 18	0	4	0	3	0	3	2	0	0	0	12	30
19	XI2 19	0	2	0	2	1	3	0	0	0	0	8	20
20	XI2 20	3	2	2	2	0	3	1	0	0	0	13	33
21	XI2 21	1	2	2	2	3	4	0	0	0	0	14	35
22	XI2 22	2	2	1	1	0	3	3	0	0	2	14	35
23	XI2 23	2	3	1	1	3	2	0	0	0	0	12	30
24	XI2 24	2	0	0	2	2	3	0	0	0	0	9	23
25	XI2 25	0	4	0	2	0	3	2	0	0	0	11	28
26	XI2 26	2	2	3	2	2	1	2	0	2	3	19	48
27	XI2 27	3	3	3	0	2	2	0	0	0	0	13	33
28	XI2 28	2	2	1	4	0	3	0	0	0	0	12	30
29	XI2 29	3	0	1	2	0	1	0	0	0	0	7	18
30	XI2 30	2	3	4	4	2	2	2	0	0	0	19	48
31	XI2 31	1	2	3	3	2	2	0	0	0	0	13	33
32	XI2 32	1	2	2	1	2	3	1	1	0	0	13	33
33	XI2 33	0	0	2	2	0	2	2	0	0	3	11	28
34	XI2 34	0	0	3	2	0	2	2	0	3	0	12	30
35	XI2 35	2	2	1	2	0	1	2	2	0	2	14	35

Lampiran 4.3: Hasil *Post-Test* Kelompok Eksperimen

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI1 1	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4	32	80
2	XI1 2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	36	90
3	XI1 3	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	30	75
4	XI1 4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	33	83
5	XI1 5	3	4	4	4	3	4	4	3	3	2	34	85
6	XI1 6	3	4	3	2	3	4	4	3	3	4	33	83
7	XI1 7	3	4	2	4	4	2	4	4	2	3	32	80
8	XI1 8	4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	33	83
9	XI1 9	4	2	3	2	3	2	3	3	4	3	29	73
10	XI1 10	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	35	88
11	XI1 11	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	37	93
12	XI1 12	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	34	85
13	XI1 13	3	4	4	2	2	4	3	3	2	2	29	73
14	XI1 14	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	28	70

15	XI1 15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
16	XI1 16	3	4	3	3	2	3	2	3	4	3	30	75
17	XI1 17	3	2	2	4	2	3	3	3	2	3	27	68
18	XI1 18	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	34	85
19	XI1 19	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	29	73
20	XI1 20	3	2	2	4	2	3	3	0	4	4	27	68
21	XI1 21	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	31	78
22	XI1 22	3	2	4	3	2	3	2	2	4	4	29	73
23	XI1 23	4	3	4	3	3	2	2	4	3	4	32	80
24	XI1 24	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	29	73
25	XI1 25	2	3	4	3	4	3	3	4	4	3	33	83
26	XI1 26	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	30	75
27	XI1 27	4	4	2	2	2	4	2	3	3	2	28	70
28	XI1 28	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	27	68
29	XI1 29	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	26	65
30	XI1 30	4	4	3	3	1	1	3	3	2	3	27	68
31	XI1 31	2	4	4	2	4	4	3	4	4	4	35	88
32	XI1 32	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	26	65
33	XI1 33	4	3	3	3	1	2	4	3	2	3	28	70

Lampiran 4.4: Hasil *Post-Test* Kelompok Kontrol

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI2 1	3	2	2	3	2	1	2	1	2	1	19	48
2	XI2 2	3	2	2	1	3	2	2	2	1	3	21	53
3	XI2 3	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	17	43
4	XI2 4	3	3	1	2	1	2	2	2	2	1	19	48
5	XI2 5	3	2	2	1	3	2	3	3	2	2	23	58
6	XI2 6	2	2	3	2	1	2	3	3	1	1	20	50
7	XI2 7	2	2	2	2	1	3	3	1	2	2	20	50
8	XI2 8	3	2	3	3	1	1	2	2	3	2	22	55
9	XI2 9	4	2	3	2	2	3	3	2	2	3	26	65
10	XI2 10	3	3	2	3	2	1	2	2	2	2	22	55
11	XI2 11	3	2	2	1	2	1	2	2	1	3	19	48
12	XI2 12	4	4	2	2	2	2	2	1	3	2	24	60
13	XI2 13	3	2	4	2	2	3	3	2	1	1	23	58
14	XI2 14	3	2	3	2	2	4	0	1	0	2	19	48
15	XI2 15	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	18	45
16	XI2 16	4	2	2	2	3	2	2	1	1	2	21	53
17	XI2 17	3	3	1	4	3	2	1	2	2	2	23	58
18	XI2 18	2	4	3	3	2	3	2	1	2	2	24	60
19	XI2 19	2	2	1	2	1	3	1	1	2	2	17	43
20	XI2 20	3	2	2	2	2	3	1	2	1	1	19	48
21	XI2 21	2	2	2	2	3	4	2	2	2	1	22	55
22	XI2 22	2	2	1	1	0	3	3	2	2	2	18	45
23	XI2 23	3	3	1	2	3	2	3	2	1	0	20	50

24	XI2 24	3	2	1	2	2	3	2	0	2	2	19	48
25	XI2 25	2	4	2	2	1	3	2	1	2	2	21	53
26	XI2 26	3	2	4	2	2	1	2	1	2	3	22	55
27	XI2 27	3	4	3	1	2	2	1	2	1	2	21	53
28	XI2 28	4	2	1	4	2	3	1	2	2	2	23	58
29	XI2 29	4	2	1	2	2	1	1	2	1	2	18	45
30	XI2 30	2	3	4	4	2	2	2	1	2	0	22	55
31	XI2 31	3	2	3	3	2	2	2	1	2	0	20	50
32	XI2 32	2	2	4	1	4	3	1	1	1	0	19	48
33	XI2 33	2	3	2	2	1	2	2	1	2	3	20	50
34	XI2 34	2	2	3	2	2	2	2	3	3	1	22	55
35	XI2 35	3	2	1	2	1	1	2	2	2	2	18	45

**Lampiran 4.5: Hasil *Pre-Test* Setiap Dimensi pada Masing-Masing Kelompok
Perlakuan**

A. Kelompok Eksperimen

No	Nama	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
1	XI1 1	3	2	3	2	4	38	25	38	25	50
2	XI1 2	3	3	2	4	4	38	38	25	50	50
3	XI1 3	4	4	2	4	3	50	50	25	50	38
4	XI1 4	4	3	3	4	3	50	38	38	50	38
5	XI1 5	4	3	3	3	2	50	38	38	38	25
6	XI1 6	4	2	4	3	2	50	25	50	38	25
7	XI1 7	4	3	4	3	4	50	38	50	38	50
8	XI1 8	3	3	2	4	3	38	38	25	50	38
9	XI1 9	4	4	3	3	4	50	50	38	38	50
10	XI1 10	3	4	3	4	2	38	50	38	50	25
11	XI1 11	4	5	4	4	3	50	63	50	50	38
12	XI1 12	4	3	3	2	0	50	38	38	25	0
13	XI1 13	3	4	4	3	0	38	50	50	38	0
14	XI1 14	4	3	4	3	3	50	38	50	38	38
15	XI1 15	3	3	3	4	3	38	38	38	50	38
16	XI1 16	3	3	3	4	4	38	38	38	50	50
17	XI1 17	4	4	3	3	4	50	50	38	38	50
18	XI1 18	3	4	3	3	4	38	50	38	38	50
19	XI1 19	3	4	2	2	3	38	50	25	25	38
20	XI1 20	4	3	3	1	3	50	38	38	13	38
21	XI1 21	3	3	4	2	3	38	38	50	25	38
22	XI1 22	4	4	4	4	3	50	50	50	50	38
23	XI1 23	4	3	2	3	4	50	38	25	38	50
24	XI1 24	2	4	3	3	3	25	50	38	38	38
25	XI1 25	4	3	3	3	1	50	38	38	38	13
26	XI1 26	4	4	2	3	3	50	50	25	38	38
27	XI1 27	4	4	4	3	3	50	50	50	38	38
28	XI1 28	4	4	4	3	4	50	50	50	38	50

29	XI1 29	3	4	4	4	3	38	50	50	50	38
30	XI1 30	4	3	2	3	4	50	38	25	38	50
31	XI1 31	3	4	2	2	3	38	50	25	25	38
32	XI1 32	4	4	3	3	4	50	50	38	38	50
33	XI1 33	4	4	3	3	3	50	50	38	38	38

B. Kelompok Kontrol

No	Nama	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
1	XI2 1	3	5	3	3	4	38	63	38	38	50
2	XI2 2	5	2	4	4	4	63	25	50	50	50
3	XI2 3	3	3	3	3	0	38	38	38	38	0
4	XI2 4	4	2	1	2	3	50	25	13	25	38
5	XI2 5	5	2	5	6	0	63	25	63	75	0
6	XI2 6	4	5	3	6	0	50	63	38	75	0
7	XI2 7	4	4	4	4	0	50	50	50	50	0
8	XI2 8	4	2	2	4	2	50	25	25	50	25
9	XI2 9	5	4	1	3	5	63	50	13	38	63
10	XI2 10	6	5	3	4	0	75	63	38	50	0
11	XI2 11	3	5	3	2	2	38	63	38	25	25
12	XI2 12	4	3	3	3	0	50	38	38	38	0
13	XI2 13	4	4	5	3	0	50	50	63	38	0
14	XI2 14	5	3	6	1	2	63	38	75	13	25
15	XI2 15	4	4	1	3	3	50	50	13	38	38
16	XI2 16	4	4	3	3	0	50	50	38	38	0
17	XI2 17	6	5	5	0	0	75	63	63	0	0
18	XI2 18	4	3	3	2	0	50	38	38	25	0
19	XI2 19	2	2	4	0	0	25	25	50	0	0
20	XI2 20	5	4	3	1	0	63	50	38	13	0
21	XI2 21	3	4	7	0	0	38	50	88	0	0
22	XI2 22	4	2	3	3	2	50	25	38	38	25
23	XI2 23	5	2	5	0	0	63	25	63	0	0
24	XI2 24	2	2	5	0	0	25	25	63	0	0
25	XI2 25	4	2	3	2	0	50	25	38	25	0
26	XI2 26	4	5	3	2	5	50	63	38	25	63
27	XI2 27	6	3	4	0	0	75	38	50	0	0
28	XI2 28	4	5	3	0	0	50	63	38	0	0
29	XI2 29	3	3	1	0	0	38	38	13	0	0
30	XI2 30	5	8	4	2	0	63	100	50	25	0
31	XI2 31	3	6	4	0	0	38	75	50	0	0
32	XI2 32	3	3	5	2	0	38	38	63	25	0
33	XI2 33	0	4	2	2	3	0	50	25	25	38
34	XI2 34	0	5	2	2	3	0	63	25	25	38
35	XI2 35	4	3	1	4	2	50	38	13	50	25

Lampiran 4.6: Hasil *Post-Test* Setiap Dimensi pada Masing-Masing Kelompok

Perlakuan

A. Kelompok Eksperimen

No	Nama	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
1	XI1 1	7	5	6	6	8	88	63	75	75	100
2	XI1 2	7	7	8	6	8	88	88	100	75	100
3	XI1 3	8	5	6	5	6	100	63	75	63	75
4	XI1 4	6	7	6	7	7	75	88	75	88	88
5	XI1 5	7	8	7	7	5	88	100	88	88	63
6	XI1 6	7	5	7	7	7	88	63	88	88	88
7	XI1 7	7	6	6	8	5	88	75	75	100	63
8	XI1 8	7	6	5	7	8	88	75	63	88	100
9	XI1 9	6	5	5	6	7	75	63	63	75	88
10	XI1 10	8	7	5	7	8	100	88	63	88	100
11	XI1 11	8	8	7	7	7	100	100	88	88	88
12	XI1 12	6	7	6	7	8	75	88	75	88	100
13	XI1 13	7	6	6	6	4	88	75	75	75	50
14	XI1 14	7	5	5	5	6	88	63	63	63	75
15	XI1 15	8	8	8	8	8	100	100	100	100	100
16	XI1 16	7	6	5	5	7	88	75	63	63	88
17	XI1 17	5	6	5	6	5	63	75	63	75	63
18	XI1 18	8	8	6	5	7	100	100	75	63	88
19	XI1 19	6	5	6	6	6	75	63	75	75	75
20	XI1 20	5	6	5	3	8	63	75	63	38	100
21	XI1 21	6	5	8	6	6	75	63	100	75	75
22	XI1 22	5	7	5	4	8	63	88	63	50	100
23	XI1 23	7	7	5	6	7	88	88	63	75	88
24	XI1 24	6	5	5	6	7	75	63	63	75	88
25	XI1 25	5	7	7	7	7	63	88	88	88	88
26	XI1 26	5	6	6	7	6	63	75	75	88	75
27	XI1 27	8	4	6	5	5	100	50	75	63	63
28	XI1 28	4	6	6	5	6	50	75	75	63	75
29	XI1 29	6	5	5	4	6	75	63	63	50	75
30	XI1 30	8	6	2	6	5	100	75	25	75	63
31	XI1 31	6	6	8	7	8	75	75	100	88	100
32	XI1 32	4	5	5	5	7	50	63	63	63	88
33	XI1 33	7	6	3	7	5	88	75	38	88	63

B. Kelompok Kontrol

No	Nama	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
1	XI2 1	5	5	3	3	3	63	63	38	38	38
2	XI2 2	5	3	5	4	4	63	38	63	50	50
3	XI2 3	4	3	3	3	4	50	38	38	38	50
4	XI2 4	6	3	3	4	3	75	38	38	50	38
5	XI2 5	5	3	5	6	4	63	38	63	75	50
6	XI2 6	4	5	3	6	2	50	63	38	75	25
7	XI2 7	4	4	4	4	4	50	50	50	50	50
8	XI2 8	5	6	2	4	5	63	75	25	50	63
9	XI2 9	6	5	5	5	5	75	63	63	63	63
10	XI2 10	6	5	3	4	4	75	63	38	50	50
11	XI2 11	5	3	3	4	4	63	38	38	50	50
12	XI2 12	8	4	4	3	5	100	50	50	38	63
13	XI2 13	5	6	5	5	2	63	75	63	63	25
14	XI2 14	5	5	6	1	2	63	63	75	13	25
15	XI2 15	4	4	2	3	5	50	50	25	38	63
16	XI2 16	6	4	5	3	3	75	50	63	38	38
17	XI2 17	6	5	5	3	4	75	63	63	38	50
18	XI2 18	6	6	5	3	4	75	75	63	38	50
19	XI2 19	4	3	4	2	4	50	38	50	25	50
20	XI2 20	5	4	5	3	2	63	50	63	38	25
21	XI2 21	4	4	7	4	3	50	50	88	50	38
22	XI2 22	4	2	3	5	4	50	25	38	63	50
23	XI2 23	6	3	5	5	1	75	38	63	63	13
24	XI2 24	5	3	5	2	4	63	38	63	25	50
25	XI2 25	6	4	4	3	4	75	50	50	38	50
26	XI2 26	5	6	3	3	5	63	75	38	38	63
27	XI2 27	7	4	4	3	3	88	50	50	38	38
28	XI2 28	6	5	5	3	4	75	63	63	38	50
29	XI2 29	6	3	3	3	3	75	38	38	38	38
30	XI2 30	5	8	4	3	2	63	100	50	38	25
31	XI2 31	5	6	4	3	2	63	75	50	38	25
32	XI2 32	4	5	7	2	1	50	63	88	25	13
33	XI2 33	5	4	3	3	5	63	50	38	38	63
34	XI2 34	4	5	4	5	4	50	63	50	63	50
35	XI2 35	5	3	2	4	4	63	38	25	50	50

Lampiran 4.7: Hasil Analisis Korektor

A. Hasil Analisis Korektor Pertama

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI1 1	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4	32	80
2	XI1 2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	36	90
3	XI1 3	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	30	75
4	XI1 4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	33	83

5	XI1 5	3	4	4	4	3	4	4	3	3	2	34	85
6	XI1 6	3	4	3	2	3	4	4	3	3	4	33	83
7	XI1 7	3	4	2	4	4	2	4	4	2	3	32	80
8	XI1 8	4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	33	83
9	XI1 9	4	2	3	2	3	2	3	3	4	3	29	73
10	XI1 10	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	35	88
11	XI1 11	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	37	93
12	XI1 12	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	34	85
13	XI1 13	3	4	4	2	2	4	3	3	2	2	29	73
14	XI1 14	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	28	70
15	XI1 15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
16	XI1 16	3	4	3	3	2	3	2	3	4	3	30	75
17	XI1 17	3	2	2	4	2	3	3	3	2	3	27	68
18	XI1 18	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	34	85
19	XI1 19	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	29	73
20	XI1 20	3	2	2	4	2	3	3	0	4	4	27	68
21	XI1 21	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	31	78
22	XI1 22	3	2	4	3	2	3	2	2	4	4	29	73
23	XI1 23	4	3	4	3	3	2	2	4	3	4	32	80
24	XI1 24	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	29	73
25	XI1 25	2	3	4	3	4	3	3	4	4	3	33	83
26	XI1 26	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	30	75
27	XI1 27	4	4	2	2	2	4	2	3	3	2	28	70
28	XI1 28	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	27	68
29	XI1 29	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	26	65
30	XI1 30	4	4	3	3	1	1	3	3	2	3	27	68
31	XI1 31	2	4	4	2	4	4	3	4	4	4	35	88
32	XI1 32	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	26	65
33	XI1 33	4	3	3	3	1	2	4	3	2	3	28	70
34	XI2 1	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4	19	48
35	XI2 2	3	2	2	3	2	1	2	1	2	1	21	53
36	XI2 3	3	2	2	1	3	2	2	2	1	3	17	43
37	XI2 4	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	19	48
38	XI2 5	3	3	1	2	1	2	2	2	2	1	23	58
39	XI2 6	3	2	2	1	3	2	3	3	2	2	20	50
40	XI2 7	2	2	3	2	1	2	3	3	1	1	20	50
41	XI2 8	2	2	2	2	1	3	3	1	2	2	22	55
42	XI2 9	3	2	3	3	1	1	2	2	3	2	26	65
43	XI2 10	4	2	3	2	2	3	3	2	2	3	22	55
44	XI2 11	3	3	2	3	2	1	2	2	2	2	19	48
45	XI2 12	3	2	2	1	2	1	2	2	1	3	24	60
46	XI2 13	4	4	2	2	2	2	2	1	3	2	23	58
47	XI2 14	3	2	4	2	2	3	3	2	1	1	19	48
48	XI2 15	3	2	3	2	2	4	0	1	0	2	18	45
49	XI2 16	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	21	53
50	XI2 17	4	2	2	2	3	2	2	1	1	2	23	58

51	XI2 18	3	3	1	4	3	2	1	2	2	2	24	60
52	XI2 19	2	4	3	3	2	3	2	1	2	2	17	43
53	XI2 20	2	2	1	2	1	3	1	1	2	2	19	48
54	XI2 21	3	2	2	2	2	3	1	2	1	1	22	55
55	XI2 22	2	2	2	2	3	4	2	2	2	1	18	45
56	XI2 23	2	2	1	1	0	3	3	2	2	2	20	50
57	XI2 24	3	3	1	2	3	2	3	2	1	0	19	48
58	XI2 25	3	2	1	2	2	3	2	0	2	2	21	53
59	XI2 26	2	4	2	2	1	3	2	1	2	2	22	55
60	XI2 27	3	2	4	2	2	1	2	1	2	3	21	53
61	XI2 28	3	4	3	1	2	2	1	2	1	2	23	58
62	XI2 29	4	2	1	4	2	3	1	2	2	2	18	45
63	XI2 30	4	2	1	2	2	1	1	2	1	2	22	55
64	XI2 31	2	3	4	4	2	2	2	1	2	0	20	50
65	XI2 32	3	2	3	3	2	2	2	1	2	0	19	48
66	XI2 33	2	2	4	1	4	3	1	1	1	0	20	50
67	XI2 34	2	3	2	2	1	2	2	1	2	3	22	55
68	XI2 35	2	2	3	2	2	2	2	3	3	1	18	45

B. Hasil Analisis Korektor Kedua

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor	Nilai
1	XI1 1	4	4	3	2	3	3	3	3	4	3	32	80
2	XI1 2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	36	90
3	XI1 3	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	30	75
4	XI1 4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	33	83
5	XI1 5	3	4	4	4	3	3	4	3	3	2	33	83
6	XI1 6	3	4	3	2	3	4	4	3	3	4	33	83
7	XI1 7	3	4	2	4	4	2	4	4	2	3	32	80
8	XI1 8	4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	33	83
9	XI1 9	4	2	3	2	3	2	3	3	4	3	29	73
10	XI1 10	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	35	88
11	XI1 11	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	37	93
12	XI1 12	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	34	85
13	XI1 13	3	4	4	2	2	4	3	3	2	2	29	73
14	XI1 14	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	28	70
15	XI1 15	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	39	98
16	XI1 16	3	4	3	3	2	3	2	3	4	3	30	75
17	XI1 17	3	2	2	4	2	3	3	3	2	3	27	68
18	XI1 18	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	34	85
19	XI1 19	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	29	73
20	XI1 20	3	2	2	4	2	3	3	0	4	4	27	68
21	XI1 21	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	31	78
22	XI1 22	3	2	4	3	2	3	2	2	4	4	29	73
23	XI1 23	4	3	4	3	3	2	2	4	3	4	32	80
24	XI1 24	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	29	73
25	XI1 25	2	3	4	3	4	3	3	4	4	3	33	83

26	XI1 26	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	30	75
27	XI1 27	4	4	2	2	2	4	2	3	3	2	28	70
28	XI1 28	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	27	68
29	XI1 29	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	26	65
30	XI1 30	4	4	3	3	1	1	3	3	2	3	27	68
31	XI1 31	2	4	4	2	4	4	3	4	4	4	35	88
32	XI1 32	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	26	65
33	XI1 33	4	3	3	3	1	2	4	3	2	3	28	70
34	XI2 1	4	4	3	2	3	1	2	2	2	1	20	50
35	XI2 2	3	1	3	3	2	2	2	2	1	3	21	53
36	XI2 3	3	2	2	1	3	1	2	1	2	2	17	43
37	XI2 4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	19	48
38	XI2 5	3	3	1	2	1	2	3	3	2	2	21	53
39	XI2 6	3	1	2	1	2	2	3	3	1	1	20	50
40	XI2 7	2	2	3	2	1	3	3	1	2	2	20	50
41	XI2 8	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	22	55
42	XI2 9	3	2	3	3	1	3	3	2	2	3	26	65
43	XI2 10	4	2	3	2	2	1	2	2	2	2	22	55
44	XI2 11	3	3	2	3	2	1	2	2	1	3	19	48
45	XI2 12	3	2	2	1	2	2	2	1	3	2	24	60
46	XI2 13	4	4	2	2	2	3	3	2	1	1	23	58
47	XI2 14	3	2	4	2	2	4	0	1	0	2	19	48
48	XI2 15	3	2	3	2	2	1	1	2	2	3	18	45
49	XI2 16	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	21	53
50	XI2 17	4	2	2	2	3	2	1	2	2	2	23	58
51	XI2 18	3	3	1	4	3	3	2	1	2	2	24	60
52	XI2 19	2	4	3	3	2	3	1	1	2	2	17	43
53	XI2 20	2	2	1	2	1	3	1	2	1	1	19	48
54	XI2 21	3	2	2	2	2	4	2	2	2	1	22	55
55	XI2 22	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	18	45
56	XI2 23	2	2	1	1	0	2	3	2	1	0	20	50
57	XI2 24	3	3	1	2	3	3	2	0	2	2	19	48
58	XI2 25	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	21	53
59	XI2 26	2	4	2	2	1	1	2	1	2	3	22	55
60	XI2 27	3	2	4	2	2	2	1	2	1	2	20	50
61	XI2 28	3	3	3	1	2	3	1	2	2	2	23	58
62	XI2 29	4	2	1	4	2	1	1	2	1	2	18	45
63	XI2 30	4	2	1	2	2	2	2	1	2	0	22	55
64	XI2 31	2	3	4	4	2	2	2	1	2	0	20	50
65	XI2 32	3	2	3	3	2	3	1	1	1	0	19	48
66	XI2 33	2	2	4	1	4	2	2	1	2	3	20	50
67	XI2 34	2	3	2	2	1	2	2	3	3	1	22	55
68	XI2 35	2	2	3	2	2	1	2	2	2	2	18	45

LAMPIRAN V
ANALISIS DATA



- | | |
|---------------------|---|
| Lampiran 5.1 | : <i>Output SPSS</i> Analisis Uji Normalitas |
| Lampiran 5.2 | : <i>Output SPSS</i> Analisis Uji Homogenitas |
| Lampiran 5.3 | : <i>Output SPSS</i> Analisis Uji Linearitas |
| Lampiran 5.4 | : <i>Output SPSS</i> Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur |
| Lampiran 5.5 | : Hasil Analisis LSD |

Lampiran 5.1: *Output SPSS Analisis Uji Normalitas*

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Residual for posttest	,082	68	,200 [*]	,982	68	,413

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 5.2: *Output SPSS Analisis Uji Homogenitas*

Test of Homogeneity of Variance						
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
Hasilpretest	Based on Mean	,135	1	66	,715	
	Based on Median	,093	1	66	,761	
	Based on Median and with adjusted df	,093	1	65,033	,761	
	Based on trimmed mean	,101	1	66	,752	
Hasilposttest	Based on Mean	,382	1	66	,539	
	Based on Median	,382	1	66	,539	
	Based on Median and with adjusted df	,382	1	65,968	,539	
	Based on trimmed mean	,383	1	66	,538	

Lampiran 5.3: *Output SPSS Analisis Uji Linearitas*

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
posttest * pretest	Between Groups	(Combined)	813,483	12	67,790	2,378	,015
		Linearity	321,199	1	321,199	11,266	,001
		Deviation from Linearity	492,284	11	44,753	1,570	,134
	Within Groups		1568,047	55	28,510		
	Total		2381,529	67			

Lampiran 5.4: *Output SPSS Analisis Uji ANAKOVA Satu Jalur*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LogPosttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,535 ^a	2	,268	128,461	,000
Intercept	,457	1	,457	219,397	,000
LogPretest	,005	1	,005	2,563	,114
kelompok	,403	1	,403	193,382	,000
Error	,135	65	,002		
Total	220,329	68			
Corrected Total	,671	67			

a. R Squared = ,798 (Adjusted R Squared = ,792)

Lampiran 5.5: Hasil Analisis LSD

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: posttest

(I) Model	(J) Model	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	10,211 [*]	,734	<,001	8,744	11,677
2	1	-10,211 [*]	,734	<,001	-11,677	-8,744

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

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



LAMPIRAN VI
LAIN-LAIN



Lampiran 6.1

: Surat Izin Penelitian

Lampiran 6.2

: Dokumentasi Kegiatan

Lampiran 6.3

: Jawaban Siswa



Lampiran 6.1: Surat Izin Penelitian



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

Nomor : 112/UN48.9.6/KM.05.03/2025 Singaraja, 23 Desember 2025

Lampiran : -
Perihal : Observasi Penelitian Ke Sekolah

Kepada

Yth : Kepala Sekolah SMA Negeri 3 Amlapura
di
Tempat

Dengan hormat, dalam rangka melengkapi syarat-syarat penyusunan skripsi dengan judul "Pengaruh Model Pembelajaran *Collaborative Creativity* Berbantuan PhET Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA", kami mohon ijin untuk melakukan pengumpulan data melalui *pretest* dan *posttest*, yang diperlukan oleh:

No	Nama	NIM	Prodi
1	Ni Kadek Ayu Dinda Sugianthari	2213021001	S1 Pendidikan Fisika

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

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Fisika dan Pengajaran
IPA

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

Lampiran 6.2: Dokumentasi Kegiatan

A. Uji Coba Instrumen



B. Kegiatan Pre-Test dan Post-Test



C. Kegiatan Pembelajaran



Lampiran 6.3: Jawaban Siswa

A. Jawaban Pre-Test

Nama : I Wayan Ode Siana Putra
Kelas : XI 1
Nomor : 15

Ujian Fisika Galombang Bunyi

1. Karena dipengaruhi oleh segala sifat bahan
2. Suhu, massa jenis udara
3. Tepat
4. Galombang butuh medium
5. Karena dalam perambatan bunyi kendaraan memantul pada tembok
6. Tidak tepat
7. Hubungannya berbanding terbalik
8. Hubungan panjang kolom dengan frekuensi berbanding terbalik
9. Kesalahan pengamatan
10. Duanya kedua hasil valid.



B. Jawaban *Post-Test*

Nama : I Wayan Ode Shana Putra

Kelas : XI 1

Nomor : 15

Ujian Fisika Post-Test

1. Kecepatan rambat gelombang hanya dipengaruhi oleh sifat fisik medium yang dilaluinya, seperti massa jenis medium, bukan oleh frekuensi sumber gelombang datang. Frekuensi hanya berperan dalam menentukan banyaknya getaran yang dihasilkan. Dengan persamaan $v = f \lambda$, yang artinya cepat rambat tetap konstan selama medium tidak berubah. Oleh karena itu, pada medium yang sama, perubahan frekuensi tidak merubah cepat rambat.
3. Tidak tepat, Amplitudo menunjukkan besar energi atau kuat-lemahnya bunyi yang dihasilkan, bukan cepat rambatnya. Pada medium yang sama, kecepatan bunyi tetap karena hanya dipengaruhi oleh sifat fisik medium.
2. Suhu mempengaruhi kerapatan dan energi kinetik partikel udara sehingga mempengaruhi cepat rambat bunyi. Semakin tinggi suhu, partikel udara bergerak lebih cepat sehingga gelombang bunyi merambat lebih cepat. Namun, frekuensi bunyi tidak berubah karena ditentukan oleh sumber bunyi.
4. Gelombang mekanis, memerlukan medium berupa partikel untuk merambat sehingga tidak dapat merambat pada ruang hampa, yang berbanding terbalik dengan cahaya yang merupakan gelombang elektromagnetik.
5. Hal itu terjadi karena adanya penguatan atau interferensi gelombang. Interferensi terjadi ketika dua gelombang berada pada fase yang sama.
6. Yang membentuk titik simpul dan perut.
6. Pernyataan tersebut benar, karena partikel-partikel air lebih rapat dibandingkan dengan partikel-partikel pada udara. Kondisi ini membuat energi getaran dapat diteruskan dari satu partikel ke partikel lainnya lebih cepat sehingga cepat rambat bunyi lebih tinggi.
8. Kesimpulan yang diperoleh adalah, panjang kolom udara dalam pipa organa berbanding terbalik dengan frekuensi. Semakin panjang kolom udara, semakin panjang gelombang, sehingga frekuensi lebih rendah. Sebaliknya, semakin pendek frekuensi yang dihasilkan, semakin tinggi.

2. Frekuensi bunyi yang dihasilkan berbanding terbalik dengan panjang $f = \frac{1}{L}$. Semakin pendek panjang dawai, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan. Karena gelombang memiliki panjang gelombang yang lebih pendek. Sebaliknya, semakin panjang dawai, frekuensi yang dihasilkan semakin rendah.
- g. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kesalahan:
- Kesalahan dalam menentukan posisi titik resonansi.
 - Perubahan suhu ruangan saat pengamatan berlangsung.
- o. Kedua hasil valid, karena kecepatan bunyi di udara sangat dipengaruhi oleh suhu, suhu udara yang lebih tinggi dapat meningkatkan cepat rambat bunyi.

