

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK
PIPA ORGANA TERBUKA
GELOMBANG BUNYI

untuk SMA/MA kelas XI

Nama :

No Absen :

Kelas :

XI

Dosen Pembimbing
Dr. Ngurah Made Darma Putra, M.Si., Ph. D

Disusun Oleh
Yukafi Mazidah Rankas Diji

PRAKATA

Puji dan syukur disampaikan kepada Allah SWT atas berkat nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa melimpahkan kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan e-LKPD STEM Gelombang Bunyi Berbasis Alat Musik Seruling untuk siswa SMA kelas XI tepat pada waktunya. Terima kasih kepada Bapak Dr. Ngurah Made Darma Putra, M. Si., Ph.D sebagai dosen pembimbing dalam penyusunan e-LKPD ini.

e-LKPD STEM Gelombang Bunyi Berbasis Alat Musik Seruling ini disusun dengan tujuan untuk menjadi alternatif media pembelajaran bagi peserta didik sehingga dapat memahami materi dan mencapai tujuan pembelajaran sesuai yang diharapkan kurikulum. E-LKPD ini disusun berdasarkan kurikulum merdeka dimana capaian pembelajaran pada mata pelajaran fisika peserta didik dituntut untuk memiliki pemahaman konsep materi untuk diterapkan dalam penyelesaian masalah sehari-hari dan peserta didik memiliki keterampilan proses ilmiah dalam melakukan penelitian. Oleh karena itu, e-LKPD ini disusun untuk membantu mencapai tujuan tersebut.

Penulis menyadari bahwa e-LKPD ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik, masukan dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan kualitas e-LKPD ini. Besar harapan penulis e-LKPD ini dapat memberikan manfaat bagi semua peserta didik.

Semarang, 31 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Prakata	i
Daftar Isi	ii
Tujuan Pembelajaran	iii
Capaian Pembelajaran	iii
Petunjuk Penggunaan e-LKPD	ix
Peta Konsep	x
Pengertian Gelombang Bunyi	1
Pipa Organa Gelombang Bunyi	1
• Pipa Organa	2
• Contoh Peristiwa Pipa Organa	3
• Manfaat dan Kerugian Pipa Organa	3
Rangkuman	4
Merumuskan Masalah	4
Merumuskan Hipotesis	5
Lembar Kegiatan	6
Latihan Soal	8
Biografi Penulis	9
Daftar Pustaka	9

TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran:

Melalui kegiatan pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat :

- Memahami sifat-sifat gelombang bunyi seperti frekuensi, panjang gelombang, dan amplitudo
- Mengaitkan prinsip gelombang bunyi dengan alat musik seruling
- Menganalisis hubungan antara panjang pipa seruling dan frekuensi bunyi yang dihasilkan
- Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui penyelesaian masalah kontekstual berbasis STEM

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Elemen Pemahaman Fisika:

Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang bunyi dan menyelesaikan masalah

Elemen keterampilan Proses:

1. Mengamati

Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengamatan

2. Mempertanyakan dan memprediksi

Peserta didik mampu mempertanyakan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah

3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan

- Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penelitian,
- Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penelitian,
- Peserta didik menentukan langkah-langkah kerja dan cara pengumpulan data

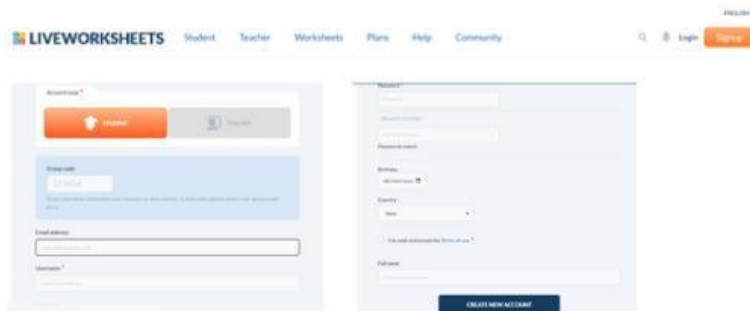
4. Memproses, menganalisis data informasi

- Peserta didik menyiapkan peralatan/instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai,
- Peserta didik menerapkan teknik/proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.

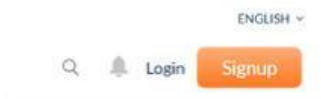
PANDUAN UNTUK PESERTA DIDIK

1. Login akun peserta didik

- Buka website *Liveworksheets.com*
- Pilih menu *Signup*, kemudian pilih *Student*. Isikan semua kolom yang tersedia sesuai profil masing-masing. Lalu klik **CAPTCHA** yang ada dan klik **CREATE NEW ACCOUNT**



- Setelah membuat akun, *Login* dengan akun yang sudah terdaftar



- Isikan semua kolom yang tersedia, lalu ceklis CAPTCHA dan klik LOG IN



2. Mengerjakan e-LKPD

- Setelah berhasil *login*, maka akan muncul seperti tampilan di bawah. Klik **My Workbooks** untuk melihat LKPD
- Klik Workbook untuk memulai mengerjakan
- Isikan identitas pada kolom Nama, No Absen dan Kelas pada kolom yang disediakan di halaman *cover*
- Kerjakan e-LKPD secara urut sesuai petunjuk pada setiap kegiatannya
- Untuk melihat video yang disajikan, klik tombol play di tengah
- Peserta didik menuliskan jawaban pada setiap kolom yang disediakan, yaitu rumusan masalah, merumuskan hipotesis, soal evaluasi praktikum dan simpulan
- Peserta didik mengerjakan latihan soal dengan memilih jawaban yang benar dan mengisikan secara singkat pada kolom yang disediakan
- Setelah LKPD selesai dikerjakan semua, pastikan semua pertanyaan telah dijawab kemudian klik *Finish*

PETA KONSEP



PENGETIAN

➤ Definisi

- Pengertian dan karakteristik
- Syarat gelombang bunyi

➤ Klasifikasi

- infrasonik
- Audiosonik
- Ultrasonik



PIPA ORGANA

➤ Definisi

- Cepat rambat bunyi
- Pipa organa terbuka
- Contoh peristiwa pipa organa
- Manfaat dan kerugian

GELOMBANG BUNYI



Lembar Kerja

- Praktikum Pipa Organa
- Latihan Soal



Apakah kalian pernah mendengar suara seruling atau alat musik lain yang mirip? Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan di atas, ayo kita pelajari materi pipa organa ini dengan penuh semangat!

PENGERTIAN GELOMBANG BUNYI

Gelombang merupakan getaran yang merambat. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibagi menjadi dua jenis yakni gelombang elektromagnetik dan gelombang mekanik. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat misalnya gelombang cahaya. Sedangkan gelombang mekanik merupakan gelombang yang memerlukan medium untuk merambat misalnya gelombang bunyi. Terdapat dua jenis gelombang mekanik yaitu gelombang transversal, yang memiliki arah getar tegak lurus dengan arah perambatannya dan gelombang longitudinal, yang memiliki arah getar sejajar dengan arah rambatnya (Walker et al., 2014).

Gelombang bunyi sebagai gelombang mekanik memiliki arah getar sejajar dengan arah rambatnya sehingga termasuk dalam jenis gelombang longitudinal. Bunyi merambat melalui berbagai medium zat padat, zat cair dan zat gas. Gelombang bunyi tidak dapat merambat di ruang hampa udara. Hal ini disebabkan ruang hampa tidak memiliki partikel sebagai medium perambatan bunyi. Bunyi sebagai gelombang memiliki sifat-sifat sama dengan gelombang yaitu dapat dipantulkan (refleksi), dapat dibiaskan (refraksi), dapat dipadukan (interferensi) dan dapat dilenturkan (difraksi) (Tipler & Mosca, 2004).

Berdasarkan frekuensinya, gelombang bunyi dikategorikan menjadi 3 jenis yaitu:

- Gelombang infrasonik yakni gelombang bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz dimana pada frekuensi tersebut dapat digunakan oleh gajah untuk berkomunikasi dengan sesamanya
- Gelombang audiosonik yakni gelombang bunyi dengan frekuensi antara 20 Hz-20000 Hz. Pada frekuensi tersebut, manusia dapat mendengar bunyi yang dihasilkan
- Gelombang ultrasonik yakni gelombang bunyi dengan frekuensi di atas 20000 Hz. Frekuensi ini didengar oleh anjing, namun tidak oleh manusia. Gelombang ultrasonik dapat juga dimanfaatkan dalam bidang medis seperti pada ultrasonografi (USG).



Gambar: Gajah
Sumber : Pinterest.com



Gambar: Anjing
Sumber : Pinterest.com

PIPA ORGANA**► Definisi Pipa Organa**

Pipa organa adalah alat musik yang menghasilkan suara melalui resonansi kolom udara di dalam pipa. Ketika udara ditiupkan ke dalam pipa, kolom udara di dalamnya bergetar dan menghasilkan gelombang suara. Frekuensi gelombang suara yang dihasilkan ditentukan oleh panjang pipa dan bentuk ujungnya.

► 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.

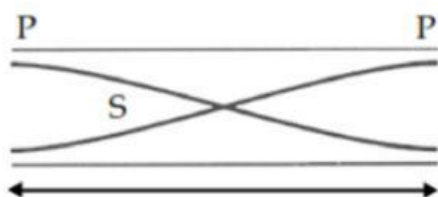
► Pipa Organa Terbuka

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

Pipa organa terbuka adalah jenis pipa organa yang memiliki kedua ujung terbuka, yang memungkinkan gelombang bunyi untuk bergetar di dalam pipa dengan cara yang khas.

Nada dasar



Gambar Nada dasar pipa organa terbuka

Jika sepanjang pipa organa terbentuk $\frac{1}{2}$ gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada dasar

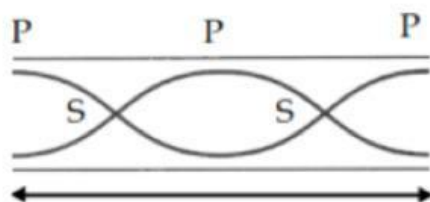
$$L = \frac{1}{2} \lambda \text{ maka } \lambda = 2L$$

Sehingga persamaan frekuensi nada dasar untuk pipa organa terbuka

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

Nada atas ke 1

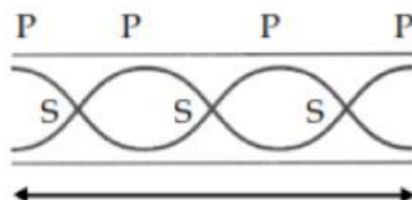
ika sepanjang pipa organa terbentuk 1 gelombang , maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 1.



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

Nada atas ke 2

ika sepanjang pipa organa terbentuk 3/2 gelombang , maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 2.



Gambar Nada atas 2 pipa organa terbuka

Pipa organa dengan panjang L , dimana $L = 3/2 \lambda$ maka $\lambda = 2/3 L$

Frekuensi nada atas ke 2 yaitu

$$f_1 = \frac{3v}{2L}$$

Berdasarkan data diatas 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

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

► Contoh Peristiwa Pipa Organ Terbuka

Berikut adalah beberapa contoh peristiwa yang melibatkan pipa organa, khususnya pipa organa terbuka:

1. Pembuatan Musik dengan Seruling
2. Eksperimen Gelombang Bunyi
3. Pipa Organ dalam Orkestra
4. Pipa Air
5. Pipa Organ dalam Musik Tradisional
6. Pipa Organ dalam Konser

► Manfaat dan Kerugian

Manfaat Pipa Organ Terbuka

1. Kualitas Suara yang Jernih
2. Variasi Nada
3. Mudah Dipelajari
4. Aspek Pendidikan

Kerugian Pipa Organ Terbuka

1. Sensitivitas terhadap Lingkungan
2. Keterbatasan dalam Dinamika
3. Keterbatasan dalam Rentang Suara
4. Perawatan dan Pemeliharaan

RANGKUMAN

- Gelombang merupakan getaran yang merambat. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibagi menjadi dua jenis yakni gelombang elektromagnetik dan gelombang mekanik.
- Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang merambat searah dengan arah getarnya. Berdasarkan frekuensinya, gelombang bunyi diklasifikasikan menjadi 3, yaitu infrasonik dengan frekuensi < 20 Hz, audiosonik dengan frekuensi antara 20 Hz- 20000 Hz dan ultrasonik dengan frekuensi > 20000 Hz.
- Cepat rambat bunyi tergantung pada medianya dibagi menjadi 3 yaitu dalam medium gas, dalam medium zat cair, dan dalam medium zat padat.
- Pipa organa terbuka adalah jenis pipa organa yang memiliki kedua ujung terbuka, yang memungkinkan gelombang bunyi untuk bergetar di dalam pipa dengan cara yang khas.
- Pipa organa memberikan manfaat yaitu menghasilkan suara yang jernih, dapat menghasilkan berbagai nada, mudah dipelajari, dan membantu mengajarkan konsep dasar gelombang bunyi. Selain itu juga memiliki kerugian diantaranya yaitu sensitif terhadap lingkungan, memiliki keterbatasan dalam dinamika, memiliki keterbatasan dalam rentang suara, dan beberapa ada yang memerlukan perawatan khusus.

Merumuskan Masalah

Simaklah video berikut!



Buatlah rumusan masalah (pertanyaan) dalam kotak di bawah ini sesuai dengan peristiwa yang disebutkan pada contoh fenomena pipa organa dan video di atas.

Gunakan kata tanya apa, mengapa, bagaimana, kapan dan dimana.

Contoh rumusan masalah:

- Bagaimana pengaruh panjang pipa terhadap frekuensi?
- Berapa nilai cepat rambatnya?



Merumuskan Hipotesis

sebuah kolom udara atau tabung yang kedua ujung penampangnya terbuka dan kedua ujungnya berfungsi sebagai perut gelombang karena bebas bergerak dan di tengahnya adalah simpul disebut sebagai pipa organa terbuka.



Tuliskan hipotesis (jawaban sementara) atas pertanyaan yang telah dirumuskan pada kotak di bawah! Sebelum merumuskan jawaban sementara kalian, carilah informasi terlebih dahulu tentang pipa organa, khususnya pipa organa terbuka pada gelombang bunyi dari berbagai sumber.



Mengumpulkan Data dan Menguji Hipotesis

Lakukan kegiatan berikut untuk membuktikan hipotesis yang dituliskan!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK Pipa Organa Terbuka Gelombang Bunyi

Tujuan Percobaan

Tujuan Percobaan praktikum ini yaitu:

1. Memahami konsep gelombang bunyi dan sifat-sifat bunyi
2. Mengaplikasikan konsep pipa organa pada seruling
3. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui eksperimen dan analisis

Aktivitas STEM

Kegiatan 1: Mengukur Frekuensi dan Panjang Gelombang

Tujuan : Memahami hubungan panjang kolom udara, frekuensi, dan nada pada seruling

Alat dan Bahan:

- Seruling
- Aplikasi pengukur frekuensi (contoh : Physics Toolbox)
- Meteran atau penggaris

Langkah-langkah:

1. Meniup seruling pada lubang tertentu dan rekam frekuensi menggunakan aplikasi
2. Mengukur panjang kolom udara dalam seruling (dari ujung tiup hingga lubang nada)
3. Menggunakan rumus $f = v/2L$ untuk menghitung frekuensi dasar
4. Membandingkan hasil hitungan dengan frekuensi yang diukur

Tabel Pengamatan:

Nada	Panjang Kolom Udara (L)	Frekuensi (Hz)	Panjang Gelombang

Kegiatan 2: Mendesain Seruling Mini sebagai Pipa Organa

Tujuan : Membuat dan menganalisis seruling sederhana berdasarkan prinsip pipa organa

Alat dan Bahan:

- Pipa PVC (diameter 1 cm, panjang 30 cm)
- Pisau/cutter untuk melubangi pipa
- Alat pengukur panjang

Langkah-langkah:

1. Memotong pipa sesuai panjang yang diinginkan
2. Membuat lubang untuk nada berdasarkan rumus frekuensi: $L = v/2f$
3. Menguji seruling dengan meniup dan mengukur frekuensi menggunakan aplikasi
4. Membandingkan hasil eksperimen dengan prediksi

Tabel Pengamatan:

Panjang pipa (cm)	Frekuensi Teoretis (Hz)	Frekuensi Pengukuran (Hz)

Evaluasi

Jawablah pertanyaan berikut dengan mengisi pada kotak yang sudah diberikan!

1. Mengapa panjang kolom udara mempengaruhi frekuensi nada?

2. Bagaimana bunyi berubah jika panjang kolom udara diperpendek?

3. Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, apakah ada faktor lain selain panjang kolom udara yang mempengaruhi frekuensi bunyi dalam seruling? Jelaskan!

Simpulan

Tuliskan simpulan yang Anda dapatkan pada kotak di bawah ini!

Latihan Soal

1. Apakah manusia dapat mendengar bunyi dengan frekuensi 12 Hz?
Ya
Tidak
2. Sebuah sumber bunyi merambat melalui udara memiliki frekuensi 300 Hz dan panjang gelombang 115 cm. Berapakah cepat rambat bunyi tersebut...
A. 340 m/s
B. 341 m/s
C. 343 m/s
D. 345 m/s
E. 350 m/s
3. Suhu ruang yang terukur adalah 27°C, berapakah cepat rambat bunyi di ruang tersebut?
Jawaban:
4. Sebuah seruling dapat menghasilkan bunyi dengan frekuensi berbeda. Hal ini disebabkan oleh...
A. Panjang pipa seruling yang tetap
B. Panjang kolom udara yang berubah-ubah
C. Jenis pembuatan seruling
D. Warna seruling yang berbeda
E. Panjang pipa seruling yang berubah-ubah

Biografi Penulis

Yukafi Mazidah Rankas Diji, lahir di Gresik pada tanggal 1 Oktober 2002 dan dibesarkan di Kabupaten Gresik. Pendidikan yang telah ditempuh yaitu Sekolah Dasar di SD N Hendrosari (2015), Sekolah Menengah Pertama di MTs N Surakarta II (2018), dan Sekolah Menengah Atas di SMA N 7 Surakarta (2021). Tahun 2021 menempuh pendidikan di Universitas Negeri Semarang dengan program studi Pendidikan Fisika.



Daftar Pustaka

Sumber: buku elektronik

Giancoli, D.C. 2005. Physics. New York : Pretice Hall. Inc

Kamajaya, K dan Purnama, W. 2014. Fisika untuk Kelas XII SMA. Bandung : Grafindo

Kangenan, Marthen. 2016. Fisika untuk SMA Kelas XII. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Resnick, Halliday and Walker. 2009. Fundamental of physics 6th edition : John Wiley & Son.

Serway, R.A. & Jewett, J. W. 2014. Physics for scientists and Engineers with Modern Physics Ninth Edition. Boston: Brooks/Cole

Tipler, P. A. & Mosca, G. 2004. *Physics for Scientists and Engineers 5th Edition*. United State of Americ: W. H. Freeman and Company

Sumber: internet

<https://alifasyabhirra.blogspot.com/2016/07/pipa-organa-sebuah-pipa-yang-jika.html>.

Diakses pada 1 Februari 2025

<https://www.studiobelajar.com/gelombang-bunyi/>. Diakses pada 1 Februari 2025 .

<https://www.masdayat.net/2024/11/grafik-hubungan-antara-frekuensi-dan.html> . Diakses pada 1 Februari 2025