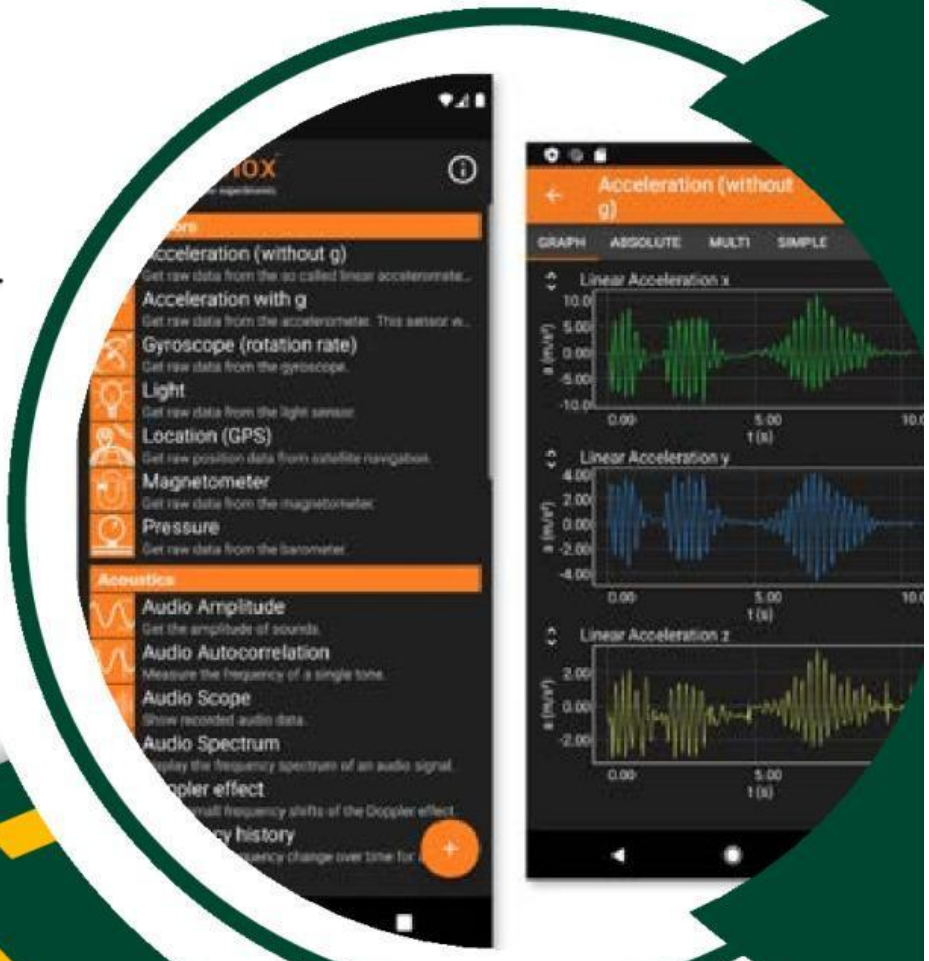
Kurikulum Merdeka | MERDEKA BELAJAR | Merdeka Mengajar

# E-LKPD

## INTERAKTIF BERBASIS PBL DENGAN INTEGRASI PHYPOX TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PADA MATE

# GELOMBANG BUNYI




**MADE BY:**
Alfin Auliya

LIVEWORKSHEETS

# Kata Pengantar

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik) ini dapat disusun dengan baik. E-LKPD ini dirancang sebagai panduan pembelajaran interaktif bagi peserta didik untuk mendalami materi gelombang bunyi dalam mata pelajaran Fisika.

Materi gelombang bunyi dipilih karena peran pentingnya dalam kehidupan sehari-hari serta penerapannya yang luas di berbagai bidang ilmu dan teknologi. Dengan pendekatan berbasis elektronik, e-LKPD ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar peserta didik melalui penyajian materi yang menarik, latihan soal interaktif, serta kegiatan eksperimen sederhana yang dapat dilakukan secara mandiri atau berkelompok.

Dalam penyusunan e-LKPD ini, penulis berusaha menghadirkan materi yang relevan dengan kurikulum, disertai contoh-contoh aplikatif untuk memudahkan pemahaman. Namun demikian, penulis menyadari bahwa e-LKPD ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga e-LKPD ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi peserta didik dan tenaga pendidik dalam proses pembelajaran Fisika.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



LIVEWORKSHEETS

# Daftar Isi


**Kata Pengantar** ..... ii

**Daftar Isi** ..... iii

**Pendahuluan** ..... iv

**Petunjuk Penggunaan E-LKPD** ..... v

**Standar Isi Kurikulum** ..... vi

**Peta Konsep** ..... vii

**Kegiatan Pembelajaran 1**

- Materi Gelombang & Cepat Rambat Bunyi ..... 2
- Langkah-Langkah PBL ..... 9

**Kegiatan Pembelajaran 2**

- Materi Sumber Bunyi ..... 16
- Eksperiment ..... 19

**Kegiatan Pembelajaran 3**

- Materi Efek Doppler ..... 24
- Langkah-langkah PBL ..... 26

**Daftar Pustaka** ..... 31

**Biodata Penulis** ..... 32




LIVEWORKSHEETS

# Pendahuluan

## A. Identitas E-LKPD

Mata Pelajaran : Fisika
Fase/Semester : F/ Genap
Alokasi Waktu : 9 JP (3x Pertemuan)
Judul : Gelombang Bunyi

## B. Deskripsi E-LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis Problem Based Learning (PBL) dengan menggunakan aplikasi Phyphox adalah bahan ajar digital yang dirancang untuk mendukung kegiatan pembelajaran melalui penyediaan materi dan serangkaian aktivitas yang harus dilakukan peserta didik. E-LKPD ini difokuskan pada materi Gelombang Bunyi, yang ditujukan untuk siswa SMA/MA kelas XI.

Model Problem Based Learning (PBL) adalah pendekatan pembelajaran yang menggunakan permasalahan dari kehidupan nyata sebagai konteks pembelajaran. Model ini bertujuan untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam mencari solusi atas permasalahan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Guru berperan dalam merancang dan memfasilitasi proses pembelajaran dengan memulai kegiatan melalui pemberian masalah kepada peserta didik.

E-LKPD interaktif berbasis PBL ini dirancang menggunakan aplikasi Phyphox, yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen virtual dan pengukuran berbasis smartphone. Kontennya mencakup capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi Gelombang Bunyi, sintaks pembelajaran berbasis PBL, serta latihan soal yang mendukung penguasaan konsep melalui pengalaman belajar yang interaktif.

## C. Sintaks Pembelajaran *Problem Based Learning*

1. Orientasi terhadap masalah
2. Organisasi untuk belajar
3. Penyelidikan mandiri dan kolaboratif
4. Pengembangan dan penyajian hasil
5. Analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah


LIVEWORKSHEETS

# Petunjuk Penggunaan E-LKPD

Berikut adalah panduan penggunaan E-LKPD Interaktif berbasis PBL menggunakan Aplikasi Phyphox untuk mendukung proses pembelajaran:

## A. Bagi Guru

1. Sebelum memulai pembelajaran, guru menjelaskan terlebih dahulu tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.
2. Guru memberikan arahan kepada peserta didik untuk memanfaatkan E-LKPD baik saat pembelajaran di kelas maupun untuk belajar mandiri, dengan tujuan memperdalam pemahaman mengenai konsep Gelombang Bunyi melalui aplikasi Phyphox.
3. Guru membimbing peserta didik dalam mengoperasikan aplikasi Phyphox dan menggunakan fitur interaktif yang mendukung kegiatan pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning).

## B. Bagi Peserta Didik

1. Mulailah dengan berdoa sebelum melakukan aktivitas pembelajaran.
2. Bacalah dan pahami tujuan pembelajaran yang tertera di dalam E-LKPD.
3. Pelajari setiap konsep dan materi yang telah disajikan, baik melalui teks, animasi, maupun video interaktif yang ada dalam E-LKPD.
4. Laksanakan semua tahapan kegiatan yang telah disusun berdasarkan model PBL, termasuk eksperimen menggunakan aplikasi Phyphox.
5. Catat dan rangkum hasil diskusi kelompok, kemudian persiapkan untuk dipresentasikan kepada guru dan teman-teman.
6. Jika menemui kendala atau kesulitan, jangan ragu untuk berdiskusi dengan guru atau teman.
7. Kerjakan soal-soal latihan yang tersedia untuk menguji pemahamanmu.
8. Tuliskan kesimpulan dari pembelajaran yang telah dilakukan pada form yang telah disediakan dalam E-LKPD.



LIVEWORKSHEETS

# Standar Isi Kurikulum

## A. Capaian Pembelajaran

- Siswa mampu memahami konsep gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, sumber bunyi, dan efek Doppler.
- Siswa mampu memecahkan masalah nyata terkait gelombang bunyi menggunakan pendekatan eksperimental berbasis aplikasi.
- Siswa mampu merancang, melaksanakan, dan menganalisis eksperimen fisika sederhana menggunakan aplikasi Phyphox.

## B. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

- Menjelaskan sifat-sifat gelombang bunyi (properti dan fenomena).
- Melakukan eksperimen untuk menentukan cepat rambat bunyi.
- Mengidentifikasi sumber bunyi dan karakteristiknya.
- Menjelaskan efek Doppler melalui simulasi dan eksperimen berbasis aplikasi Phyphox.
- Menerapkan hasil eksperimen untuk menyelesaikan permasalahan nyata terkait gelombang bunyi.

## C. Konten Pembelajaran

1. Cepat Rambat Bunyi
2. Sumber Bunyi
3. Efek Doppler

## D. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik diharapkan dapat memahami konsep dan sifat gelombang bunyi.
2. Peserta didik diharapkan dapat menerapkan konsep dan sifat gelombang bunyi dalam pemecahan masalah
3. Peserta didik diharapkan dapat menerapkan konsep dan sifat gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari
4. Peserta didik diharapkan dapat menerapkan konsep dan sifat gelombang bunyi pada teknologi

## F. Profil Pelajar Pancasila

1. Beriman
2. Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa dan
3. Berakhlak Mulia



LIVEWORKSHEETS

# Peta Konsep



## GELOMBANG BUNYI



- CEPAT RAMBAT BUNYI
  - RUMUS & FAKTOR
    - EKSPERIMEN
- SUMBER BUNYI
  - MEKANISME & MACAM" SUMBER BUNYI
    - EKSPERIMEN
- EFEK DOPLER
  - PRINSIP KERJA & RUMUS
    - EKSPERIMEN





LIVEWORKSHEETS

# KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

## CEPAT RAMBAT BUNYI



P**endekatan Pembelajaran:**

- Problem-Based Learning (PBL): Pendekatan pembelajaran berbasis masalah yang mendorong siswa untuk melakukan investigasi dan pemecahan masalah secara mandiri dan kolaboratif.

- Integrasi Phyphox: Menggunakan aplikasi Phyphox untuk mengumpulkan data dan menganalisis eksperimen terkait cepat rambat bunyi.



LIVEWORKSHEETS

# Materi



## Gelombang Bunyi

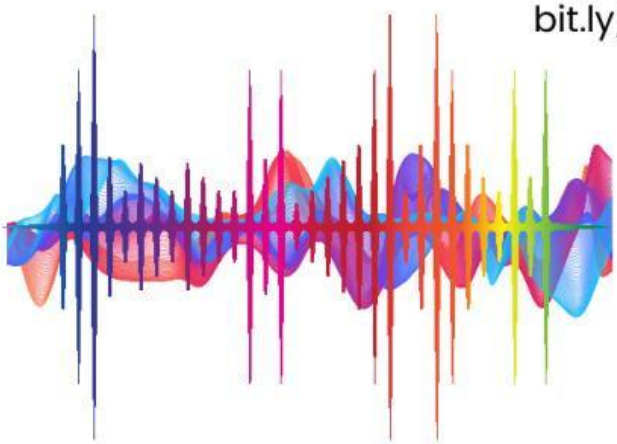
Gelombang bunyi termasuk dalam gelombang mekanik yang berupa gelombang longitudinal, di mana arah perambatannya sejajar dengan arah getaran. Telinga manusia memiliki sensitivitas tinggi terhadap gelombang bunyi dalam batas intensitas tertentu. Kemampuan telinga untuk mendeteksi gelombang bunyi ditentukan oleh faktor-faktor seperti frekuensi, amplitudo, serta bentuk gelombang itu sendiri. Contoh penerapan gelombang bunyi meliputi alat musik gitar, ultrasonografi, dan fotometer.

**YUK, SIMAK VIDEO DIBAWAH INI**

***Online***

"Video Penerapan Gelombang BUnyi dalam Kegiatan sehari hari"

Scan Here
bit.ly/3WnsUgF





LIVEWORKSHEETS

# Materi



## Sifat- Sifat Gelombang Bunyi

### 1. Pemantulan (Refleksi) Gelombang Bunyi

**Tahukah Kamu?**

Bahwasanya Gelombang Bunyi dapat dipantulkan? simak video diberikut dengan klik link atau scan QR Code yang di sediakan di samping. Selanjutnya Analisis dan kemukakan pendapatmu

Tap Here

bit.ly/4iyRd46



Gelombang bunyi dapat dipantulkan ketika mengenai permukaan yang keras atau rintangan.

### 2. Pembiasan (Refraksi) Gelombang Bunyi

Pembiasan terjadi karena gelombang bunyi merambat melalui medium yang memiliki kerapatan atau suhu berbeda, sehingga kecepatan bunyinya berubah. Hukum pembiasan bunyi mengikuti prinsip dasar berikut:

- Kecepatan gelombang bunyi dipengaruhi oleh sifat medium, seperti kerapatan dan suhu.
- Jika gelombang bunyi bergerak dari medium dengan kecepatan rendah ke kecepatan tinggi (misalnya, udara dingin ke udara panas), maka gelombang akan membelok menjauhi garis normal.
- Sebaliknya, jika gelombang bergerak dari medium dengan kecepatan tinggi ke rendah (misalnya, udara panas ke udara dingin), gelombang akan membelok mendekati garis normal.

contohnya Pada malam hari, suara kereta api yang berada cukup jauh terdengar lebih jelas dibandingkan siang hari. Hal ini disebabkan oleh perbedaan suhu udara. Di siang hari, suhu udara di dekat permukaan bumi lebih tinggi dibandingkan di lapisan atas, sehingga kerapatan udara di atas lebih besar daripada di bawah.



LIVEWORKSHEETS

# Materi

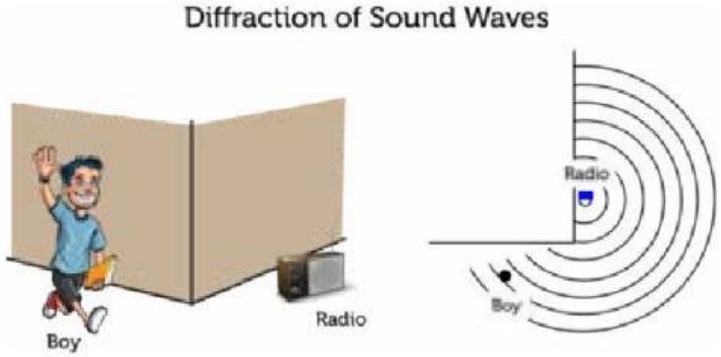
Akibatnya, gelombang bunyi yang merambat secara horizontal dari sumber ke pendengar akan dibelokkan ke arah atas. Sebaliknya, pada malam hari, gelombang bunyi cenderung melengkung ke bawah, membuat bunyi terdengar lebih jelas. Penjelasan tersebut di tunjukkan dalam gambar di bawah ini.




**Gambar 2.** Pembiasan Gelombang Bunyi
( Sumber: https://imgbin.com/png/8PidH3Mc/refraction-wave-sound-phenomenon-png )

## 3. Difraksi Gelombang Bunyi

Difraksi adalah peristiwa pelenturan gelombang ketika melewati celah sempit atau mengelilingi penghalang. Pada gelombang bunyi, difraksi terjadi karena panjang gelombangnya relatif besar dibandingkan dengan ukuran celah atau rintangan yang dilalui. Sebagaimana contoh dibawah ini, Meskipun sumber suara berada di balik tembok, bunyi tetap terdengar meskipun tidak terlihat langsung. Gelombang bunyi yang panjang memungkinkan bunyi melentur mengitari rintangan seperti tembok, sehingga suara dapat mencapai telinga pendengar.




**Gambar 3.** Difraksi Gelombang Bunyi
( Sumber: https://informazone.com/difraksi-gelombang/ )


LIVEWORKSHEETS

# Materi

## 4. Interferensi Gelombang Bunyi

Interferensi adalah perpaduan dua gelombang berbeda yang saling berinteraksi pada medium yang sama. Interferensi terbagi menjadi dua macam, yaitu interferensi konstruktif dan interferensi destruktif.

Interferensi konstruktif adalah keadaan saat kedua gelombang yang berinterferensi sefase, sehingga saling memperkuat. Sebaliknya, interferensi destruktif terjadi ketika kedua gelombang yang berinterferensi berbeda fase 180° sehingga saling melemahkan.

Fenomena interferensi gelombang bunyi terjadi ketika Di sebuah konser, ada area di mana bunyi terdengar lebih keras atau lemah tergantung pada posisi pendengar. Dikarenakan Interferensi konstruktif terjadi di area di mana gelombang dari dua speaker bertemu dalam fase yang sama, sedangkan interferensi destruktif terjadi di area di mana gelombang bertemu dengan fase berlawanan.

Fenomena lain dari pada interferensi gelombang bunyi terjadi Ketika dua batu dilempar ke dalam kolam, gelombang yang dihasilkan dari masing-masing batu akan bertemu dan membentuk pola gelombang baru, yang bisa berupa interferensi konstruktif (gelombang bertambah besar) atau destruktif (gelombang saling meniadakan).



**Gambar 4.** Interferensi Gelombang Bunyi
( Sumber: https://www.rukita.co/stories/konser-musik-bulan-desember-2022 )



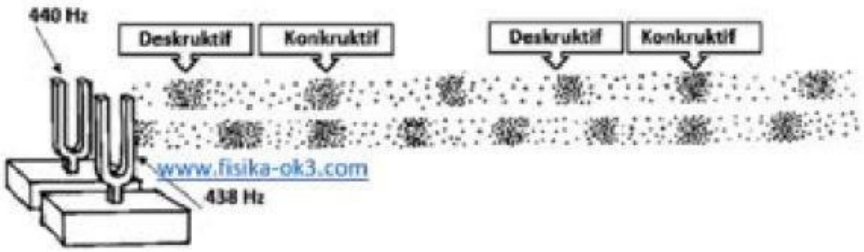
LIVEWORKSHEETS

# Materi

## 5. Pelayangan Gelombang Bunyi

Pelayangan adalah salah satu sifat gelombang bunyi yang melibatkan interferensi, sering dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti musik, akustik, dan teknologi audio. Fenomena ini menunjukkan bagaimana gelombang bunyi saling berinteraksi, menciptakan pola perubahan intensitas yang dapat diamati secara langsung.

Fenomena pelayangan (beat) dapat diamati secara jelas menggunakan dua garpu tala dengan frekuensi yang hampir sama. Ketika kedua garpu tala dipukul secara bersamaan, gelombang bunyi yang dihasilkan oleh keduanya akan saling berinterferensi. Akibatnya, terdengar pola bunyi yang bergantian antara keras (interferensi konstruktif) dan lemah (interferensi destruktif) secara berkala. seperti dalam gambar di bawah ini:




**Gambar 5.** Pelayangan Gelombang Bunyi
( Sumber: https://www.fisika-ok3.com/2018/02/pelayangan-bunyi.html )

Fenomena lain dari pelayangan ialah ketika Ketika seorang musisi menyetel gitar atau biola dengan membandingkan dua senar yang hampir sama frekuensinya, mereka akan mendengar suara yang bergetar (pelayangan). Jika frekuensi senar belum tepat, suara akan terdengar berdenyut. Saat senar sudah selaras, denyutan menghilang. atau ketika Di dalam mobil atau pesawat terbang, kadang terdengar suara mendengung yang berubah-ubah. Ini bisa terjadi karena dua sumber suara dengan frekuensi hampir sama yang menciptakan efek pelayangan.


LIVEWORKSHEETS

# Materi



## Cepat Rambat Gelombang Bunyi

Cepat rambat gelombang bunyi adalah kecepatan energi bunyi yang merambat melalui suatu medium, dan kecepatan ini dipengaruhi oleh sifat-sifat medium tersebut, seperti kerapatan, elastisitas, suhu, dan tekanan. Semakin padat dan elastis medium, semakin cepat bunyi merambat.

Bunyi dapat merambat melalui medium seperti udara, zat padat, maupun zat cair. Agar bunyi dapat terdengar, diperlukan beberapa syarat berikut:

- Terdapat sumber bunyi, yaitu benda yang bergetar.
- Adanya medium yang memungkinkan perambatan bunyi.
- Tersedianya penerima bunyi yang berada dalam jarak tertentu atau dalam jangkauan dari sumber bunyi.

Bunyi merambat melalui proses rapatan dan regangan molekul-molekul dalam medium, sehingga faktor tekanan dan suhu memiliki pengaruh signifikan terhadap kecepatan perambatan bunyi di dalam medium tersebut. Zat cair dan zat padat memiliki kemampuan menghantarkan bunyi yang lebih baik dibandingkan udara. Hal ini disebabkan oleh kekuatan ikatan antar partikel dalam zat cair dan zat padat yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikatan antar partikel di udara.

### 1. Cepat Rambat Bunyi Pada Zat Padat

Pada material padat, kecepatan rambat bunyi dapat dihitung menggunakan akar dari rasio antara modulus elastisitas (E) dan massa jenis ($\rho$) material tersebut, sesuai dengan persamaan berikut.

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

Keterangan:
$E$= modulus elastisitas ($N/m^2$),
$\rho$= massa jenis bahan ($kg/m^3$).



LIVEWORKSHEETS

# Materi

## 2. Cepat Rambat Bunyi Pada Benda Cair

Dalam zat cair, kecepatan rambat bunyi bergantung pada modulus Bulk (B) serta massa jenis (ρ) medium, yang dinyatakan melalui persamaan berikut.

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

Keterangan:
$B$ = modulus bulk ($N/m^2$),
$\rho$ = massa jenis zat cair ($kg/m^3$).

Modulus Bulk suatu benda merupakan parameter yang menggambarkan tingkat elastisitas material terhadap perubahan volume.

## 3. Cepat Rambat Bunyi Pada Gas

Pada gas, laju pergerakan molekul dipengaruhi oleh suhu; semakin cepat pergerakan molekul, semakin cepat pula bunyi dapat merambat. Selain itu, modulus Bulk udara tergantung pada tekanan dan kondisi adiabatik, yang dapat dijelaskan dengan persamaan berikut.

$$B = \gamma P$$

Keterangan:
$\gamma$ = konstanta Laplace,
$p$ = tekanan ($N/m^2$).


LIVEWORKSHEETS