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

# 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

# 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

# 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

# Kegiatan 1

## Orientasi Terhadap Masalah

Saat kalian mendengar bunyi petir setelah melihat kilatan cahaya, pernahkah kalian bertanya-tanya mengapa bunyi petir terdengar lebih lambat dari kilat? Apa yang mempengaruhi kecepatan suara tersebut? Serta, Mengapa kecepatan suara berbeda-beda di udara, air, dan benda padat?





bit.ly/4jhsmme

Perhatikan Video fenomena kilat di atas dengan scan qr code atau klik link yang tertera. kemudian analisis video tersebut. Setelah melihat dan menganalisis fenomena dalam video tersebut, kemudian jawablah petanyaan berikut ini.

**Pertanyaan Masalah:**
Jawablah pertanyaan berikut pada google form yang terdapat di bawah:

1. Bagaimana bunyi dapat merambat melalui udara?
2. Berapa cepat rambat bunyi di udara?
3. Faktor apa saja yang memengaruhinya?



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 1

## Organisasi Untuk Belajar

### A. Pembagian Tugas:

- Siswa dibagi dalam kelompok kecil (3-4 siswa per kelompok) dan diberikan tugas untuk melakukan percobaan mengukur cepat rambat bunyi di udara menggunakan Phyphox.
- Setiap kelompok bertugas merancang eksperimen yang dapat mengukur cepat rambat bunyi dengan cara mengukur waktu antara dua suara yang dihasilkan (misalnya, klik tangan atau suara metronom).

### B. Alat dan Bahan

1. Aplikasi Phyphox (diinstal pada smartphone siswa).
   Install Aplikasi Phyphox Pada Appstore & google playstore atau juga bisa scan Barcode di bawah ini:

phyphox

bit.ly/4jcuZ8O

2. Dua smartphone (satu sebagai pengirim sinyal, satu sebagai penerima).
3. Penggaris meteran atau pita ukur.

## Penyelidikan Mandiri dan Kolaboratif

### Langkah Percobaan

- Pengaturan Eksperimen:
  - Tentukan jarak antara dua smartphone (contoh: 5 meter).
  - Aktifkan fitur "Sound Speed via Time-of-Flight (Acoustic Stopwatch)" pada aplikasi Phyphox.



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 1




- Smartphone pertama mengirimkan sinyal suara, dan smartphone kedua merekam waktu tempuh suara tersebut.

- Pengukuran Data:
  - Ulangi eksperimen beberapa kali dengan jarak berbeda (contoh: 3 meter, 7 meter).
  - Catat data jarak dan waktu yang diukur aplikasi.
- Perhitungan Cepat Rambat Bunyi:
  - Gunakan rumus:

$$v = \frac{d}{t}$$

Di mana:

$v$ = Cepat rambat bunyi (m/s)

$d$ = Jarak (m)

$t$ = Waktu (s).

- Analisis:
  - Bandingkan hasil pengukuran dengan nilai teoritis cepat rambat bunyi di udara (~343 m/s pada suhu 25°C).

## Tabel Pengumpulan Data

| No | Jarak (d) [m] | Waktu (t) [s] | Cepat Rambat Bunyi (v = d/t) [m/s] | Faktor yang mempengaruhi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 1



## Pengembangan dan Penyajian Hasil

### Analisis Penyajian Data

1. Berdasarkan data yang telah Anda kumpulkan, berapa cepat rambat bunyi yang Anda temukan di udara? Apakah hasilnya mendekati nilai teoritis (340 m/s pada suhu 20°C)?
2. Apa saja faktor yang Anda anggap mempengaruhi hasil percobaan Anda? Bagaimana suhu udara atau variabel lain berperan dalam perubahan hasil?
3. Apakah ada kesalahan dalam pengukuran waktu atau pengumpulan data yang dapat mempengaruhi hasil yang Anda peroleh?

### Penyajian Hasil

Setiap kelompok mempresentasikan hasil percobaan mereka didepan kelas.



## Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

### Refleksi Individu

1. Apa yang kalian pelajari dari eksperimen ini?
2. Apa tantangan yang kalian hadapi selama melakukan eksperimen?
3. Bagaimana pemahaman kalian tentang aplikasi konsep cepat rambat bunyi dalam kehidupan sehari-hari?

### Evaluasi

1. Mengapa cepat rambat bunyi berbeda di udara, air, dan benda padat?
2. Sebutkan aplikasi praktis dari konsep cepat rambat bunyi!

**Kesimpulan:** Tuliskan kesimpulan kalian mengenai cepat rambat bunyi berdasarkan hasil eksperimen.



LIVEWORKSHEETS

# Materi

## Sumber Bunyi

Bunyi dihasilkan oleh suatu benda yang bergetar. Benda yang bergetar tersebut disebut sumber bunyi. Bunyi yang dihasilkan bergantung pada mekanisme yang dipergunakan untuk membangkitkan bunyi. Getaran yang timbul dalam musik mungkin dihasilkan oleh gesekan, petikan, atau dengan meniupkan udara ke dalam instrumen tersebut.

### 1. Senar Sebagai Sumber Bunyi



**Gambar 6.** Memetik Sinar Gitar (Sumber: https://www.perumperindo.co.id/contoh-energi-gerak-menjadi-energi-bunyi/).

Nada yang dihasilkan oleh senar gitar pada Gambar 6 dapat diubah dengan menekan senar di posisi tertentu. Setiap senar mampu menghasilkan frekuensi resonansi. Nada dengan frekuensi terendah disebut nada dasar atau harmonik pertama. Nada-nada dengan frekuensi lebih tinggi secara berturut-turut disebut nada atas pertama (harmonik kedua) dan seterusnya.

Pada 1637, Marin Mersenne membuat buku berjudul L'Harmonie Universelle yang berisi rumus hukum



Mersenne:

$$f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

Atau, jika massa jenisnya kita hubungkan ke massa dan volume:

$$f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\frac{m}{V}A}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\frac{m}{AL}A}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{FL}{m}}$$

Keterangan:

$f$ = frekuensi gelombang (Hz)

$l$ = panjang tali (m)

$F$ = gaya tegang dawai/tali (N)

$\mu$ = massa dawai/tali per satan panjang (kg/m)

$m$ =massa tali/dawai (kg)

$\rho$ = massa jenis dawai/tali (kg/m$^3$)

A = luas penampang dawai/tali (m$^2$)



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 2

## Kegiatan Eksperimen

### A. Judul Kegiatan
Identifikasi Sumber Bunyi dengan Frequency Analysis

### B. Tujuan Kegiatan
Siswa dapat mengidentifikasi frekuensi dari berbagai sumber bunyi dan memahami bagaimana frekuensi terkait dengan karakteristik bunyi tersebut (tinggi nada, jenis sumber bunyi).

### C. Langkah-langkah Kegiatan

#### 1. Persiapan Alat dan Bahan
- Smartphone dengan aplikasi Phyphox.
- Berbagai sumber bunyi (misalnya: garpu tala, alat musik kecil, atau suara manusia).
- Ruang kelas atau area dengan tingkat kebisingan rendah.

#### 2. Prosedur Eksperimen
- Buka aplikasi Phyphox pada smartphone.

phyphox

bit.ly/4jcuZ8O

- Pilih fitur Audio Spectrum.




- Arahkan mikrofon smartphone ke sumber bunyi.
- Aktifkan sumber bunyi, misalnya memukul garpu tala, berbicara, atau memainkan alat musik.
- Catat frekuensi utama yang ditampilkan pada layar aplikasi Phyphox.



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 2



## Kegiatan Eksperimen

**3. Tabel Pengumpulan Data**

| Sumber Bunyi | Frekuensi Utama (Hz) | Karakteristik Bunyi (Nada Tinggi/Rendah, Keras/Lemah) |
|---|---|---|
| Garpu Tala | | |
| Alat Musik | | |
| Suara Manusia | | |

**4. Analisis Data**

- Bandingkan frekuensi sumber bunyi yang berbeda.
- Jawab pertanyaan berikut:
  - Apakah ada hubungan antara frekuensi utama dengan nada tinggi atau rendah?
  - Bagaimana jenis sumber bunyi memengaruhi variasi frekuensi?

**5. Kesimpulan**

- Tuliskan kesimpulan singkat tentang hubungan antara frekuensi dan karakteristik bunyi yang teramati.



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 3

## Orientasi Terhadap Masalah

Ketika kalian melihat ambulan atau mobil polisi yang melintas di jalan raya dengan sirine menyala pernahkah kalian bertanya mobil  Mengapa hal itu terjadi? Mengapa bunyi sirine ambulans terdengar lebih tinggi saat mendekati kita, dan lebih rendah saat menjauhi?




bit.ly/4h0C5vD

Perhatikan Video fenomena kilat di atas dengan scan qr code atau klik link yang tertera. kemudian analisis video tersebut.
Setelah melihat dan menganalisis fenomena dalam video tersebut, kemudian jawablah petanyaan berikut ini.

**Diskusikan pertanyaan berikut dalam kelompok:**

- Apa yang menyebabkan perubahan nada atau frekuensi bunyi dari sumber yang bergerak?
- Bagaimana kita dapat mengukur perubahan frekuensi bunyi ini secara langsung?

## Organisasi Untuk Belajar

### A. Pembagian Tugas:

- Siswa dibagi dalam kelompok kecil (3-4 siswa per kelompok) dan diberikan tugas untuk melakukan percobaan efek doppler menggunakan Phyphox.



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 3

- Setiap kelompok akan melakukan percobaan dengan sumber bunyi yang digantung pada tali dan digerakkan dalam lintasan melingkar dengan kecepatan konstan.
- Siswa akan merekam perubahan frekuensi yang terdeteksi oleh aplikasi Phyphox selama percobaan.

## B. Alat dan Bahan

1. Aplikasi Phyphox (diinstal pada smartphone siswa).
   Install Aplikasi Phyphox Pada Appstore & google playstore atau juga bisa scan Barcode di bawah ini:

phyphox

bit.ly/4jcuZ8O

2. Dua smartphone (satu sebagai pengirim sinyal, satu sebagai penerima).
3. Penggaris meteran atau pita ukur.



## Penyelidikan Mandiri dan Kolaboratif

### Langkah Percobaan

- Aktivasi Aplikasi
  - Buka aplikasi Phyphox dan pilih fitur "Doppler Effect".






LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 3

- Pelaksanaan Eksperimen
  - Letakkan sumber bunyi di ujung tali.
  - Ayunkan sumber bunyi dalam lintasan melingkar dengan kecepatan tetap.
  - Rekam perubahan frekuensi menggunakan aplikasi Phyphox.
  - Ulangi percobaan dengan kecepatan ayunan yang berbeda.
- Pengumpulan Data
  - Catat frekuensi bunyi yang terdeteksi oleh aplikasi.

| No | Kecepatan Ayunan (m/s) | Frekuensi Sumber (Hz) | Frekuensi Terdeteksi Mendekat (Hz) | Frekuensi Terdeteksi Menjauh (Hz) | Perubahan Frekuensi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |



## Pengembangan dan Penyajian Hasil

- Analisis Data
  - Hitung perubahan frekuensi saat sumber bunyi mendekat dan menjauh.
  - Bandingkan hasil pengukuran dengan teori efek Doppler.
- Diskusi Kelompok
  - Susun laporan singkat yang memuat:
    - Data hasil pengukuran.
    - Analisis teori dan hasil eksperimen.
    - Kesimpulan dari hipotesis yang dirumuskan.
- Penyajian Hasil
  - Presentasikan hasil eksperimen di depan kelas menggunakan diagram atau grafik.



LIVEWORKSHEETS

# Kegiatan 3



## Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

**Refleksi:**

- Bagaimana kecepatan sumber bunyi memengaruhi perubahan frekuensi yang dirasakan pengamat?
- Apa aplikasi nyata dari efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari?

**Evaluasi Individu:**

- Sebutkan dua faktor yang memengaruhi besar perubahan frekuensi pada efek Doppler?
- Jelaskan manfaat efek Doppler dalam dunia medis dan transportasi?

**Kesimpulan:**

- Tuliskan kesimpulan dari eksperimen ini berdasarkan data yang diperoleh.
- Refleksikan hubungan antara hipotesis dan hasil eksperimen.

**Catatan Tambahan:**

- Pastikan pengukuran dilakukan dengan hati-hati untuk meminimalkan kesalahan.
- Diskusikan hasil dengan guru jika ada data yang tidak sesuai dengan ekspektasi.

**Evaluasi Akhir:**

- Jelaskan bagaimana efek Doppler digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
- Sebutkan contoh aplikasi efek Doppler di bidang transportasi dan astronomi.



LIVEWORKSHEETS