

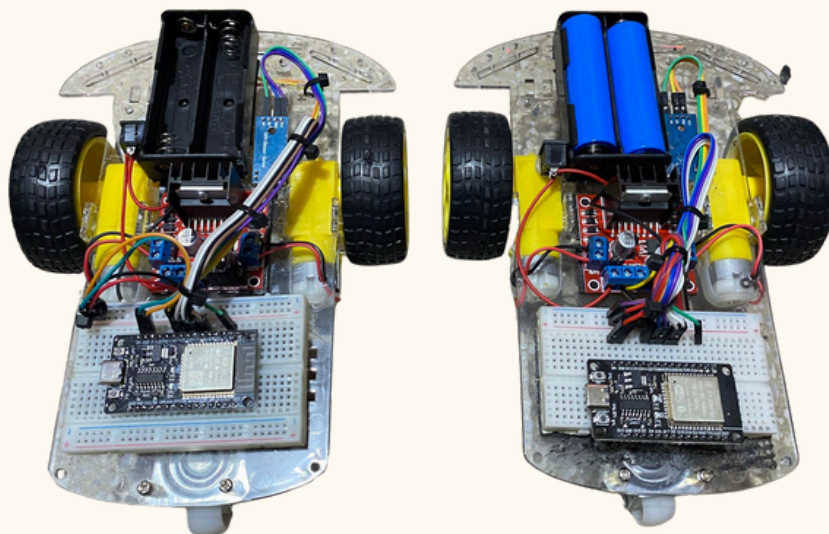
LKPD

GELOMBANG BUNYI (EFEK DOPPLER)

UNTUK SMA/MA KELAS XI

Capaian Pembelajaran:

1. Peserta didik mampu menjelaskan konsep Efek Doppler pada gelombang bunyi sebagai akibat adanya gerak relatif antara sumber bunyi dan pengamat.
2. Peserta didik mampu melakukan percobaan Efek Doppler secara sistematis, meliputi pengamatan perubahan frekuensi bunyi pada berbagai kondisi gerak sumber dan pengamat.
3. Peserta didik mampu menganalisis data hasil percobaan Efek Doppler, menerapkan persamaan Efek Doppler, menghitung galat pengukuran, serta mengaitkan hasilnya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.

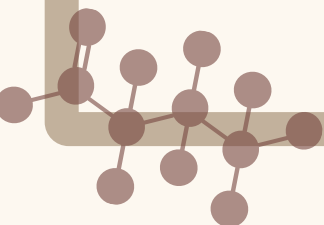


ANGGOTA KELOMPOK:

1.
2.
3.
4.
5.

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Bacalah pendahuluan dan tujuan pembelajaran terlebih dahulu agar kamu memahami apa yang akan dipelajari dan dicapai dalam kegiatan ini.
2. Kerjakan setiap bagian LKPD secara berurutan, dimulai dari pemahaman awal, percobaan, hingga refleksi.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai instruksi dalam LKPD, terutama saat melakukan pengukuran intensitas suara dengan sound level meter.
4. Diskusikan jawaban dan hasil pengamatan dengan teman kelompokmu, lalu tuliskan hasil diskusi secara jelas pada bagian yang tersedia.
5. Untuk setiap kegiatan pengamatan atau praktikum, catat hasilnya dalam bentuk tabel atau grafik, lalu simpulkan berdasarkan data yang kamu peroleh.
6. Jika ada istilah atau alat yang belum kamu pahami, tanyakan kepada guru.
7. Gunakan LKPD ini sebagai panduan belajar mandiri dan juga alat bantu saat berdiskusi dalam kelompok.
8. Jawaban dan kesimpulan yang kamu tuliskan akan menjadi bahan diskusi kelas dan evaluasi hasil belajar.
9. Jangan lupa untuk mengisi bagian refleksi diri di akhir LKPD agar kamu dapat menilai sejauh mana pemahamanmu tentang materi.
10. Kerjakan dengan jujur, aktif, dan kreatif. Selamat belajar!



Kegiatan Pembelajaran 1

Topik: Pengenalan

Tujuan Pembelajaran:

1. Mengamati dan mendeskripsikan perubahan tinggi–rendah bunyi yang terdengar akibat adanya gerak relatif antara sumber bunyi dan pengamat.
2. Mengidentifikasi fenomena Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari melalui contoh peristiwa nyata.



A. Aktivitas Awal

1. Pernahkah kamu mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih nyaring dan tinggi saat mendekat, lalu terdengar lebih rendah saat menjauh? Mengapa demikian?

.....

.....

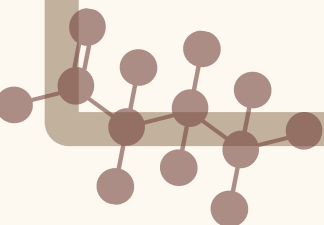
.....

2. Jika sumber bunyi bergerak, sementara pendengar diam, apakah bunyi yang terdengar akan tetap sama? Mengapa demikian?

.....

.....

.....



Kegiatan Pembelajaran 1

Topik: Pengenalan

Pemahaman Awal

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mendengar bunyi yang berasal dari sumber yang bergerak, seperti sirene ambulans, kereta api, atau kendaraan yang melintas di jalan. Bunyi tersebut kadang terdengar berubah tinggi-rendahnya, meskipun sumber bunyinya sama. Bunyi sendiri merupakan gelombang mekanik yang merambat melalui medium, seperti udara, dan dapat ditangkap oleh indera pendengaran manusia.

Salah satu besaran fisika yang berkaitan dengan bunyi adalah frekuensi, yang menentukan tinggi atau rendahnya bunyi yang terdengar. Pada kondisi tertentu, frekuensi bunyi yang diterima pendengar dapat berbeda dari frekuensi bunyi yang dihasilkan sumber. Perbedaan ini terjadi karena adanya gerak relatif antara sumber bunyi dan pendengar. Fenomena perubahan frekuensi bunyi yang terdengar akibat adanya gerak relatif tersebut dikenal sebagai Efek Doppler. Ketika sumber bunyi mendekati pendengar, gelombang bunyi menjadi lebih rapat sehingga bunyi terdengar lebih tinggi. Sebaliknya, ketika sumber bunyi menjauh, gelombang bunyi menjadi lebih renggang sehingga bunyi terdengar lebih rendah.

Pemahaman tentang Efek Doppler penting karena banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada sirene kendaraan darurat, pengukuran kecepatan kendaraan, hingga teknologi medis dan astronomi. Dengan mempelajari Efek Doppler, kita dapat memahami bagaimana gerak memengaruhi gelombang bunyi yang kita dengar.

Kegiatan Pembelajaran 1

Topik: Pengenalan

1. Jika kamu berada pada posisi diam dan sumber bunyi bergerak, lalu sebaliknya kamu yang bergerak dan sumber bunyi diam, apakah hasil yang kamu dengar akan sama atau berbeda? Mengapa?

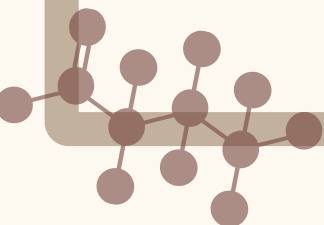
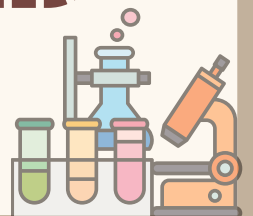
.....
.....
.....

2. Mengapa frekuensi bunyi yang didengar pendengar dapat berbeda dari frekuensi bunyi yang dihasilkan sumber?

.....
.....
.....

3. Mengapa frekuensi bunyi yang didengar pendengar dapat berbeda dari frekuensi bunyi yang dihasilkan sumber?

.....
.....
.....



Kegiatan Pembelajaran 2

Topik: Sumber Bunyi Bergerak Mendekati Pengamat

Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan pengertian Efek Doppler pada gelombang bunyi.
2. Mengidentifikasi perubahan frekuensi bunyi yang terdengar saat sumber bunyi bergerak mendekati dan menjauhi pengamat.
3. Menggunakan rumus Efek Doppler untuk menentukan frekuensi bunyi yang terdengar pada pengamat diam.

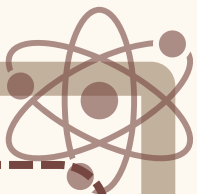
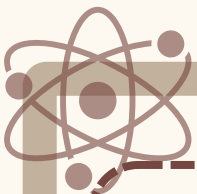
Alat dan Bahan:

- 2 Handphone.
- Mobil Pengamat dan Mobil Sumber Bunyi
- Alat tulis

Langkah Kerja:

1. Hubungkan HP ke WiFi ESP32 pengamat dan pastikan tampilan pengukuran frekuensi serta bentuk gelombang aktif.
2. Posisikan mobil pengamat diam di ujung lintasan.
3. Hubungkan HP ke WiFi ESP32RCbuzzer, lalu atur frekuensi buzzer pada nilai tertentu (misalnya 1000 Hz).
4. Jalankan mobil sumber bunyi mendekati pengamat sejauh ± 3 meter menggunakan tombol kendali (maju).
5. Amati frekuensi yang diterima pengamat dan bentuk gelombang bunyi.
6. Catat frekuensi sumber, frekuensi terukur, dan kondisi gerak.





Kegiatan Pembelajaran 2

Topik: Sumber Bunyi Bergerak Mendekati Pengamat



Rumus Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat diam

$$f_p = \frac{v}{v+v_s} f_s$$

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pengamat (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

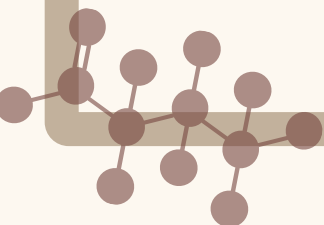
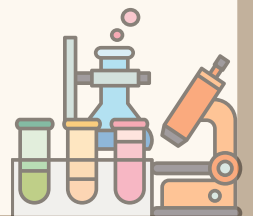
v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

rumus perhitungan eror yaitu:

$$\text{Error} = \frac{[\text{Hasil pengukuran (Hz)} - \text{Hasil perhitungan (Hz)}]}{\text{Hasil perhitungan (Hz)}} \times 100\%$$

Tentukan hasil pengukuran anda dan catat hasilnya pada tabel yang telah disediakan!

No	Frekuensi Sumber (Hz)	Kecepatan Sumber (m/s)	Kecepatan Pengamat (m/s)	Hasil Pengukuran (Hz)	Hasil Perhitungan (Hz)	Error (%)
1.						
2.						
3.						



Kegiatan Pembelajaran 2

Topik: Sumber Bunyi Bergerak Mendekati Pengamat

1. Apa yang terjadi pada bunyi yang didengar pengamat ketika sumber bunyi bergerak mendekat?

.....
.....
.....

2. Bagaimana perubahan frekuensi bunyi yang diterima pengamat saat jarak antara sumber bunyi dan pengamat semakin kecil?

.....
.....
.....

3. jika ditampilkan bentuk simulasi gelombang, mengapa gelombang bunyi di depan sumber menjadi lebih rapat ketika sumber bunyi bergerak mendekati pengamat?

.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 3

Topik: Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam

Tujuan Pembelajaran:

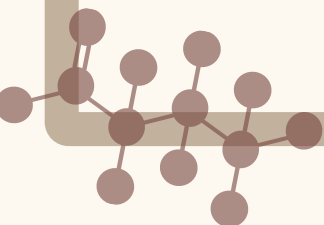
1. Menjelaskan pengertian Efek Doppler pada gelombang bunyi dengan benar.
2. Mengidentifikasi perubahan frekuensi bunyi yang terdengar akibat sumber bunyi bergerak mendekati dan menjauhi pengamat diam.
3. Menggunakan persamaan Efek Doppler untuk menghitung frekuensi bunyi yang diterima pengamat diam secara tepat.

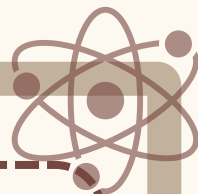
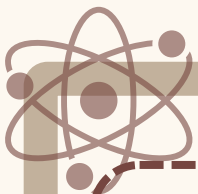
Alat dan Bahan:

- 2 Handphone.
- Mobil Pengamat dan MOBIL Sumber Bunyi
- Alat tulis

Langkah Kerja:

1. Pastikan mobil pengamat tetap diam dan sistem pengukuran aktif.
2. Hubungkan HP ke WiFi ESP32RCbuzzer dan atur frekuensi buzzer pada nilai yang sama seperti percobaan pertama.
3. Jalankan mobil sumber bunyi menjauhi pengamat sejauh ± 3 meter menggunakan tombol kendali (mundur).
4. Amati penurunan frekuensi dan perubahan bentuk gelombang pada mobil pengamat.
5. Catat seluruh data hasil pengamatan.





Kegiatan Pembelajaran 3

Topik: Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam



Rumus Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam

$$f_p = \frac{v}{v - v_s} f_s$$

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pengamat (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

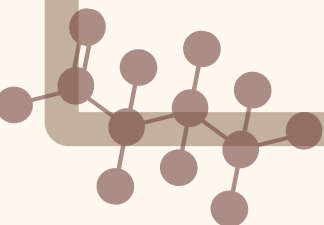
v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

Rumus perhitungan eror yaitu:

$$\text{Error} = \frac{[\text{Hasil pengukuran (Hz)} - \text{Hasil perhitungan (Hz)}]}{\text{Hasil perhitungan (Hz)}} \times 100\%$$

Tentukan hasil pengukuran anda dan catat hasilnya pada tabel yang telah disediakan!

No	Frekuensi Sumber (Hz)	Kecepatan Sumber (m/s)	Kecepatan Pengamat (m/s)	Hasil Pengukuran (Hz)	Hasil Perhitungan (Hz)	Error (%)
1.						
2.						
3.						



Kegiatan Pembelajaran 3

Topik: Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam,

1. Apa yang terjadi pada bunyi yang didengar pengamat ketika sumber bunyi bergerak menjauh?

.....
.....
.....

2. Bagaimana frekuensi bunyi yang diterima pengamat berubah dibandingkan frekuensi bunyi sumber? Apakah lebih tinggi, lebih rendah, atau tetap sama? Jelaskan alasannya.

.....
.....
.....

3. Sebutkan satu contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang menunjukkan sumber bunyi menjauh dari pengamat, lalu jelaskan bunyi yang terdengar

.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 4

Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak mendekat

Tujuan Pembelajaran:

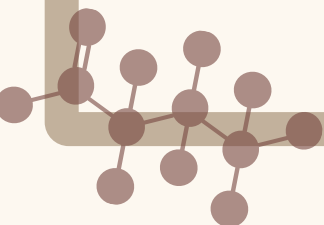
1. Menjelaskan pengertian Efek Doppler pada gelombang bunyi dengan benar.
2. Mengidentifikasi perubahan frekuensi bunyi yang terdengar akibat sumber bunyi bergerak mendekati dan menjauhi pengamat diam.
3. Menggunakan persamaan Efek Doppler untuk menghitung frekuensi bunyi yang diterima pengamat diam secara tepat.

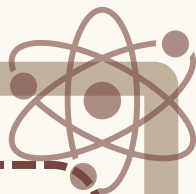
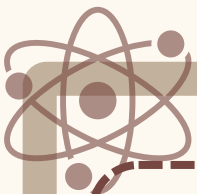
Alat dan Bahan:

- 2 Handphone.
- Mobil Pengamat dan MOBIL Sumber Bunyi
- Alat tulis

Langkah Kerja:

1. Atur mobil sumber bunyi diam dengan buzzer menyala pada frekuensi tertentu.
2. Hubungkan HP ke WiFi ESP32 pengamat.
3. Jalankan mobil pengamat mendekati sumber bunyi sejauh ± 3 meter menggunakan tombol kendali (maju).
4. Amati peningkatan frekuensi terukur dan perubahan bentuk gelombang bunyi.
5. Catat frekuensi sumber dan frekuensi terukur.





Kegiatan Pembelajaran 4

Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak mendekat



Rumus Sumber diam dan pengamat bergerak mendekat

$$f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s$$

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pengamat (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

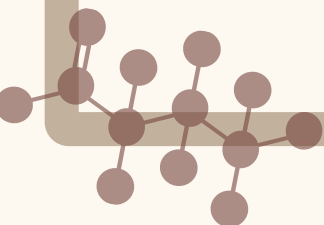
v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

rumus perhitungan eror yaitu:

$$\text{Error} = \frac{[\text{Hasil pengukuran (Hz)} - \text{Hasil perhitungan (Hz)}]}{\text{Hasil perhitungan (Hz)}} \times 100\%$$

Tentukan hasil pengukuran anda dan catat hasilnya pada tabel yang telah disediakan!

No	Frekuensi Sumber (Hz)	Kecepatan Sumber (m/s)	Kecepatan Pengamat (m/s)	Hasil Pengukuran (Hz)	Hasil Perhitungan (Hz)	Error (%)
1.						
2.						
3.						



Kegiatan Pembelajaran 4

Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak mendekat

1. Apa yang terjadi pada bunyi yang diterima pengamat ketika pengamat bergerak mendekati sumber bunyi yang diam?

.....
.....
.....

2. Apakah frekuensi bunyi yang diterima pengamat akan lebih tinggi atau lebih rendah dari frekuensi sumber?

.....
.....
.....

3. Jika pengamat bergerak lebih cepat, bagaimana pengaruhnya terhadap frekuensi bunyi yang terdengar? Jelaskan alasanmu.

.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 5

Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh

Tujuan Pembelajaran:

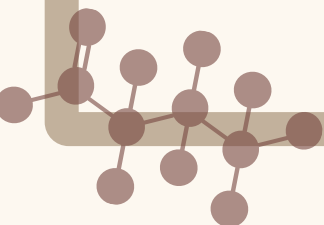
1. Menjelaskan pengertian Efek Doppler pada gelombang bunyi dengan benar.
2. Mengidentifikasi perubahan frekuensi bunyi yang terdengar akibat sumber bunyi bergerak mendekati dan menjauhi pengamat diam.
3. Menggunakan persamaan Efek Doppler untuk menghitung frekuensi bunyi yang diterima pengamat diam secara tepat.

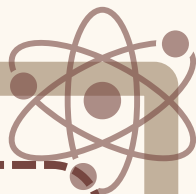
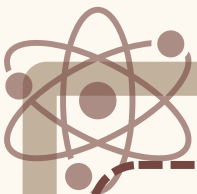
Alat dan Bahan:

- 2 Handphone.
- Mobil Pengamat dan MOBIL Sumber Bunyi
- Alat tulis

Langkah Kerja:

1. Pastikan mobil sumber bunyi tetap diam dan buzzer menyala pada frekuensi tetap.
2. Hubungkan HP ke WiFi ESP32 pengamat.
3. Jalankan mobil pengamat menjauhi sumber bunyi sejauh ± 3 meter menggunakan tombol kendali (mundur).
4. Amati penurunan frekuensi terukur dan bentuk gelombang yang semakin renggang.
5. Catat seluruh hasil pengamatan.





Kegiatan Pembelajaran 5

Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh



Rumus Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh

$$f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s$$

Keterangan:

f_p = frekuensi yang didengar pengamat (Hz)

f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

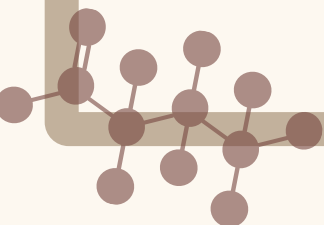
v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

rumus perhitungan eror yaitu:

$$\text{Error} = \frac{[\text{Hasil pengukuran (Hz)} - \text{Hasil perhitungan (Hz)}]}{\text{Hasil perhitungan (Hz)}} \times 100\%$$

Tentukan hasil pengukuran anda dan catat hasilnya pada tabel yang telah disediakan!

No	Frekuensi Sumber (Hz)	Kecepatan Sumber (m/s)	Kecepatan Pengamat (m/s)	Hasil Pengukuran (Hz)	Hasil Perhitungan (Hz)	Error (%)
1.						
2.						
3.						



Kegiatan Pembelajaran 5
Topik: Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh

1. Mengapa bunyi terdengar lebih rendah ketika pengamat bergerak menjauh dari sumber bunyi yang diam?

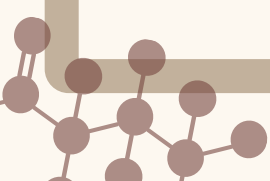
.....
.....
.....

2. Apakah bunyi yang terdengar pengamat sama dengan bunyi asli dari sumber? Jelaskan perbedaan dan sebabnya.

.....
.....
.....

3. Berikan contoh aktivitas sehari-hari yang mirip dengan pengamat bergerak menjauh dari sumber bunyi diam.

.....
.....
.....



KESIMPULAN DAN SARAN

Tuliskan kesimpulan dari hasil praktikum, diskusi kelompok dan sumber lainnya yang telah anda lakukan secara menyeluruh.

Tuliskan saran dari hasil praktikum, diskusi kelompok dan sumber lainnya yang telah anda lakukan secara menyeluruh.