

JESSICA KRISTANTI HARTONO, S.PD.



E-LKPD EFEK DOPPLER

DENGAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL)

KELAS XI SMA/MA
KURIKULUM MERDEKA



NAMA :

KELAS :

KELOMPOK :

KATA PENGANTAR

15 September, 2024

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala kemudahan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan e-LKPD Efek Doppler dengan model *Problem Based Learning* (PBL) EDISI KURIKULUM MERDEKA KELAS XI SMA/MA. Implementasi dari e-LKPD ini akan membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Keterampilan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik dalam e-LKPD Efek Doppler dikembangkan sesuai dengan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran yang harus dikuasai peserta didik sesuai Kurikulum Merdeka.

Terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan e-LKPD Efek Doppler, terkhususnya Ibu Dr. Eng. Rida Siti Nur'aini Mahmudah, M.Si. selaku dosen pembimbing. Saya menyadari dalam penyusunan e-LKPD masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya menerima kritik dan saran yang bersifat membantu. Saya berharap e-LKPD dapat bermanfaat dan digunakan secara baik.

Yogyakarta, 15 September 2024

Jessica Kharitono

Jessica Kristanti Hartono
Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	II
Daftar Isi	III
Standard Isi	IV
Petunjuk Penggunaan	V

EFEK DOPPLER

Kegiatan I	1
Kegiatan II	2
Analisis dan Evaluasi	6
Kegiatan III	11
Refleksi	16
Rangkuman	17
Daftar Pustaka	18
Biografi	19

STANDARD ISI

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian pembelajaran pada akhir fase F, yaitu:

- Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor ke dalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.
- Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah.
- Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.
- Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

TUJUAN PEMBELAJARAN

11.5 Peserta didik diharapkan dapat menentukan persamaan cepat rambat gelombang bunyi, menerapkan persamaan efek Doppler dalam pemecahan masalah, menentukan hubungan antara besaran yang memengaruhi frekuensi gelombang pada dawai dan pipa organa, menentukan hubungan panjang kolom udara terhadap panjang gelombang pada peristiwa resonansi, menentukan jumlah layangan bunyi tiap detik, menentukan intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi, menjelaskan spektrum gelombang cahaya pada penguraian cahaya, menerapkan konsep dan prinsip difraksi, interferensi, dan polarisasi gelombang cahaya dalam pemecahan masalah dan menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya pada teknologi.

PETUNJUK PENGUNAAN

1. Bagi Guru

- a) Guru dapat mengarahkan Peserta Didik untuk mempelajari e-LKPD di rumah secara mandiri untuk memperdalam pemahaman materi Efek Doppler dengan model pembelajaran PBL
- b) Guru sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran
- c) Guru dapat membimbing Peserta Didik dalam menyelesaikan tahapan PBL pada e-LKPD yang disajikan.

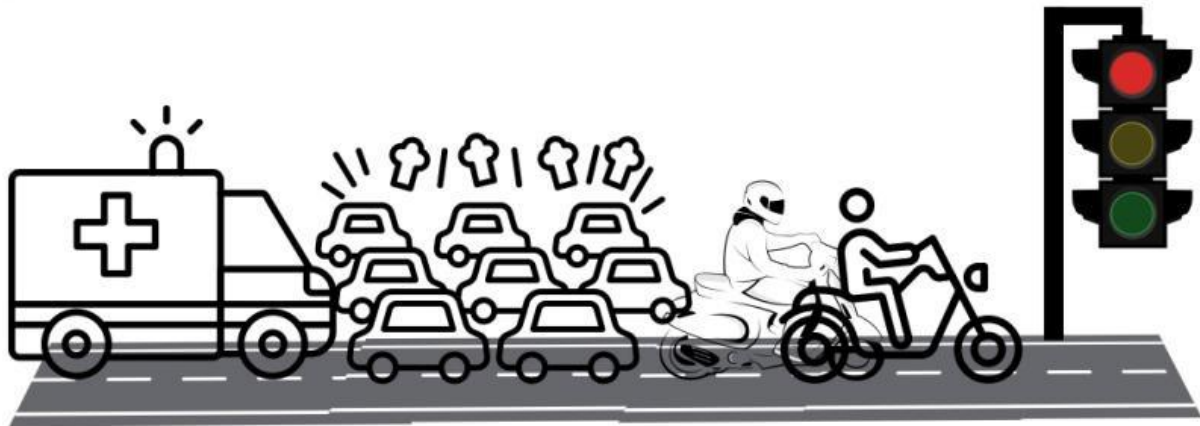
2. Bagi Peserta Didik

- a) e-LKPD dapat digunakan secara mandiri ataupun kelompok belajar.
- b) Keberhasilan e-LKPD bergantung pada kemampuan dan ketekunan Peserta Didik.
- c) Mengikuti tahapan PBL pada e-LKPD untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam setiap tahapan.
- d) Memahami konsep dan fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang disajikan pada kegiatan belajar dengan baik.
- e) Mengerjakan proyek dengan sistematis sesuai petunjuk e-LKPD yang disajikan untuk melatih kemandirian belajar Peserta Didik.
- f) Mengerjakan evaluasi dengan petunjuk yang telah disajikan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis Peserta Didik.

EFEK DOPPLER

KEGIATAN I

ORIENTASI MASALAH



ILUSTRASI I

Ilustrasi I. Kemacetan lalu lintas di Kota Yogyakarta semakin meningkat terutama saat jam sibuk tertentu. Kemacetan saat jam sibuk tertentu sering terjadi saat hari kerja dari Senin sampai Jumat. Jam sibuk biasanya terjadi pada pagi hari saat berangkat kerja dan sekolah maupun sore hari saat pulang kerja dan kegiatan. Sore hari saat jam sibuk, Ambulans melintasi Jalan Malioboro dengan membawa pasien menuju Rumah Sakit PKU Muhammadiyah. Ambulans membunyikan sirine sedang melintasi Jalan Malioboro dalam kemacetan lalu lintas, namun beberapa pengendara lain tidak segera memberi jalan ambulans karena suara sirene tidak terdengar jelas. Coba selidiki berdasarkan sudut pandang kamu sebagai pengendara, mengapa hal ini bisa terjadi serta berikan solusi berlandaskan konsep efek doppler!

KEGIATAN II

PENYELIDIKAN MASALAH

Kegiatan II: Minta bantuan Guru serta ajak teman untuk membentuk Kelompok Belajar (2-5orang)!

Kemudian selidiki masalah dari Peristiwa Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari pada Ilustrasi I.



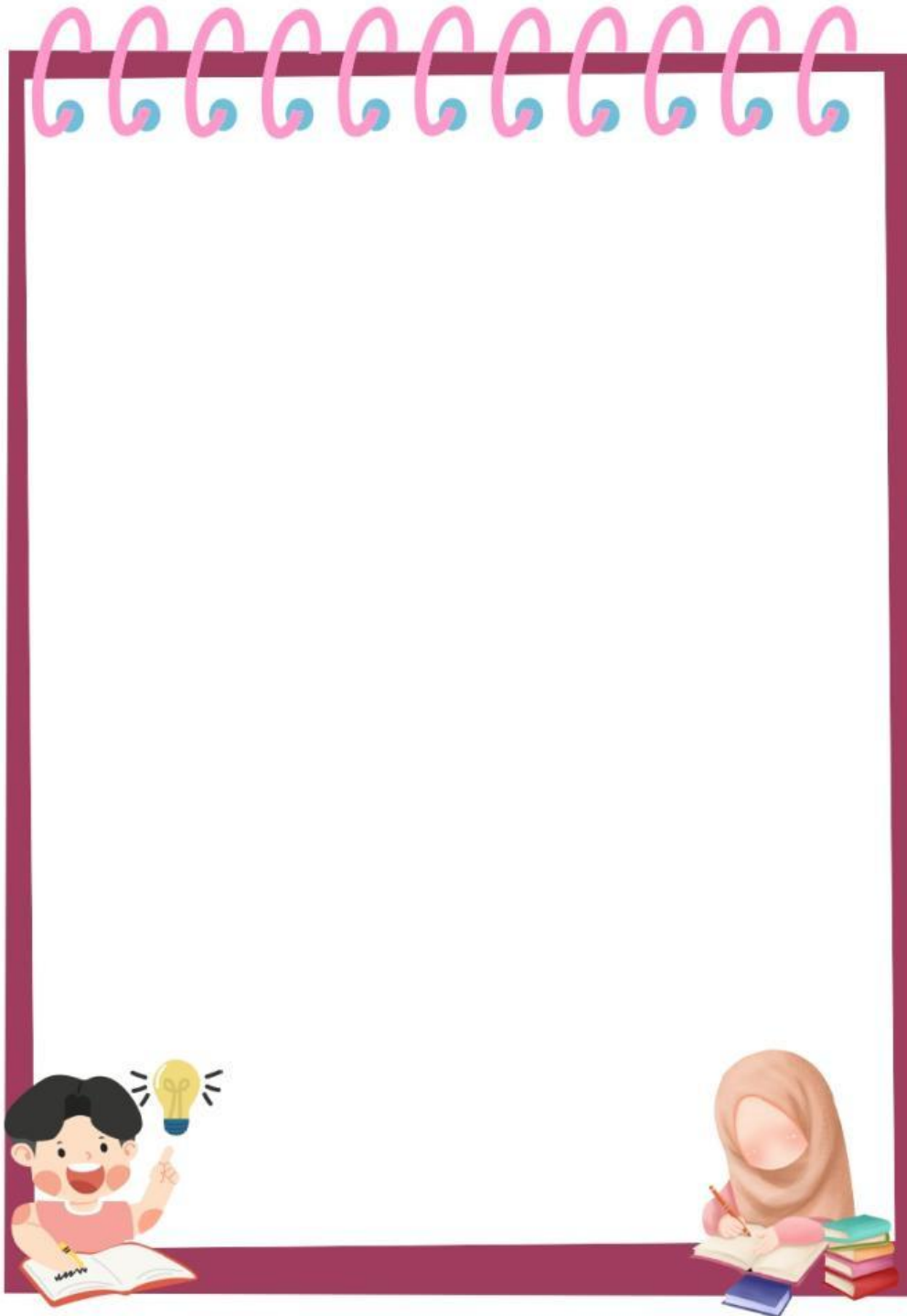
JANGAN LUPA!

Efek doppler berkaitan dengan frekuensi dan gelombang bunyi.



HASIL PENYELIDIKAN

Ayo tuliskan dan presentasikan hasil penyelidikan yang telah kamu diskusikan dengan kelompok belajar kamu!

A large rectangular box with a pink spiral binding at the top, intended for writing research results. At the bottom left of the box, there is an illustration of a boy with black hair, wearing a red shirt, sitting and writing in a notebook. A yellow lightbulb with rays emanating from it is above his head, indicating an idea. At the bottom right of the box, there is an illustration of a girl wearing a brown hijab, sitting and writing in a notebook. There are several books stacked next to her.

3

PRESENTASI SOLUSI SISWA

Ayo cermati presentasi solusi ilustrasi I. dari kelompok lain, kemudian tuliskan kesimpulan dari semua hasil presentasi setiap kelompok pada tabel di bawah ini!

Kelompok 1

Kelompok 2

Kelompok 3

Kelompok 4

Kelompok 5

Kelompok 6



4



EFEK DOPPLER?

“

EFEK DOPPLER ADALAH FENOMENA SUMBER BUNYI YANG MENGALAMI PERUBAHAN FREKUENSI ATAU PANJANG GELOMBANG TERHADAP SEORANG PENERIMA (PENDENGAR) YANG BERGERAK DENGAN KECEPATAN RELATIF TERHADAP SUMBER BUNYI TERSEBUT.

-PRINSIP DOPPLER OLEH CHRISTIAN DOPPLER 1842-

”

5

ANALISIS DAN EVALUASI

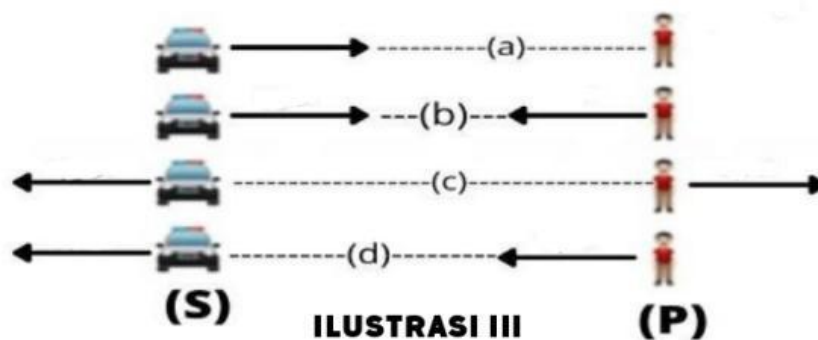
PERISTIWA EFEK DOPPLER

Sasa dan Nisa berada pada posisi yang berbeda sehingga frekuensi yang mereka tangkap berbeda sesuai dengan Ilustrasi II. Frekuensi bunyi sirine yang ditangkap Sasa adalah 950Hz, sedangkan Nisa menangkap frekuensi bunyi sirine ambulans sebesar 820Hz dengan frekuensi sumber bunyi dari sirine sebesar 900 Hz.



Peristiwa yang dialami Sasa dan Nisa adalah peristiwa yang dikenal dengan Efek Doppler. Peristiwa efek doppler terjadi karena panjang gelombang sumber bunyi akan mengalami perubahan relatif saat mendekat atau menjauhi pengamat. Frekuensi suara yang didengar oleh Nisa menjadi lebih rendah karena ambulans bergerak menjauhinya, sedangkan frekuensi suara yang didengar oleh Sasa menjadi lebih tinggi karena ambulans bergerak mendekatnya. Namun, efek doppler juga akan berlaku apabila pengamat bergerak bersamaan dengan sumber bunyi.

PERSAMAAN EFEK DOPPLER



Berdasarkan **Ilustrasi III**, Efek Doppler terdiri dari pengamat P dan sumber bunyi S. Ketika pengamat dalam posisi diam (a) berada pada jarak yang dekat dengan sumber bunyi, dimana sumber bunyi bergerak mendekati pengamat maka pengamat akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih tinggi. Jika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati (b) maka pengamat akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih tinggi. Namun jika pengamat dan sumber bunyi dalam posisi bergerak saling menjauhi (c) maka pengamat akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih rendah. Ketika pengamat mendekati sumber bunyi yang bergerak bergerak menjauh (d) maka pengamat akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih rendah. Secara umum, Persamaan Efek Doppler dituliskan sebagai berikut:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$$

Keterangan:

- v = Kecepatan bunyi di udara (340m/s)
- v_p = Kecepatan gerak pengamat (m/s)
- v_s = Kecepatan gerak sumber (m/s)
- f_p = Frekuensi pengamat/pendengar (Hz)
- f_s = Frekuensi sumber bunyi (Hz)

PENGUNAAN ± PERSAMAAN EFEK DOPPLER



v_p bernilai (+) jika mendekati sumber bunyi
 v_p bernilai (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi
 v_s bernilai (+) jika sumber bunyi mendekati pendengar
 v_s bernilai (-) jika sumber bunyi menjauhi pendengar



ILUSTRASI IV

PENERAPAN EFEK DOPPLER

- Penggunaan Ultrasonografi (USG) dalam dunia medis
- Radar kecepatan Polisi dalam mengukur kecepatan kendaraan
- Ilmu Astronomi dalam observasi pergerakan bintang dan galaksi
- Ilmu meteorologi dalam mengukur kecepatan angin sebagai prediksi cuaca

CONTOH SOAL & PEMBAHASAN

SOAL 1

Kereta api bergerak dengan laju 72 km/jam menuju stasiun sambil membunyikan peluitnya. Bunyi peluit kereta api tersebut terdengar oleh kepala stasiun dengan frekuensi 720 Hz. Jika kelajuan bunyi di udara 340 m/s, maka frekuensi peluit kereta api tersebut adalah...

PEMBAHASAN

Diketahui :

$$f_p = 720 \text{ Hz}$$

$$v_p = 0 \text{ (karena pendengar diam)}$$

$$v_s = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$$

$$v = 340 \text{ m/s (kecepatan bunyi di udara)}$$

Ditanya : frekuensi peluit/ sumber bunyi?



Jawab : berdasarkan soal sumber bunyi mendekati pendengar yang diam, sehingga

Lihat pembahasan lengkap dari soal 1
pada video di bawah ini!

$$\begin{aligned} f_p &= \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \times f_s \\ f_p &= \frac{v + v_p}{v - v_s} \times f_s \\ 720 \text{ Hz} &= \frac{340 + 0}{340 - 20} \times f_s \\ 720 \text{ Hz} &= \frac{340}{320} \times f_s \\ f_s &= \frac{720 \times 320}{340} \\ f_s &= 677,7 \text{ Hz} \end{aligned}$$



VIDEO 1

CONTOH SOAL & PEMBAHASAN

SOAL 2

Sebuah mobil ambulans bergerak menuju seorang pengamat yang diam sambil membunyikan sirine. Saat ambulans mendekat, frekuensi suara yang didengar oleh pengamat adalah 1122 Hz. Setelah ambulans melewati pengamat dan mulai menjauh, frekuensi yang didengar menjadi 1056 Hz. Jika kecepatan suara di udara adalah 330 m/s, berapakah kecepatan gerak ambulans tersebut?

PEMBAHASAN

Diketahui :

$$f_p = 1122 \text{ Hz}$$

$$v_p = 0 \text{ (karena diam berdiri di tepi jalan)}$$

$$f_{p'} = 1056 \text{ Hz}$$

$$v = 330 \text{ m/s (kecepatan bunyi di udara)}$$

Ditanya : Kecepatan gerak ambulans ?

Jawab : berdasarkan soal, terdapat dua sumber yaitu sumber mendekat dan sumber menjauh sehingga gunakan perbandingan frekuensi sebelum ambulans lewat dan setelah ambulans lewat, sehingga

$$\frac{f_p}{f_{p'}} = \frac{\left(\frac{v + v_p}{v - v_s}\right) \cdot f_s}{\left(\frac{v + v_p}{v + v_s}\right) \cdot f_s}$$

$$\frac{1122}{1056} = \frac{\left(\frac{330 + 0}{330 - v_s}\right) \cdot f_s}{\left(\frac{330}{330 + v_s}\right) \cdot f_s}$$

$$\frac{1122}{1056} = \frac{\left(\frac{330}{330 - v_s}\right)}{\left(\frac{330}{330 + v_s}\right)}$$

$$\frac{1122}{1056} = \frac{330 + v_s}{330 - v_s}$$

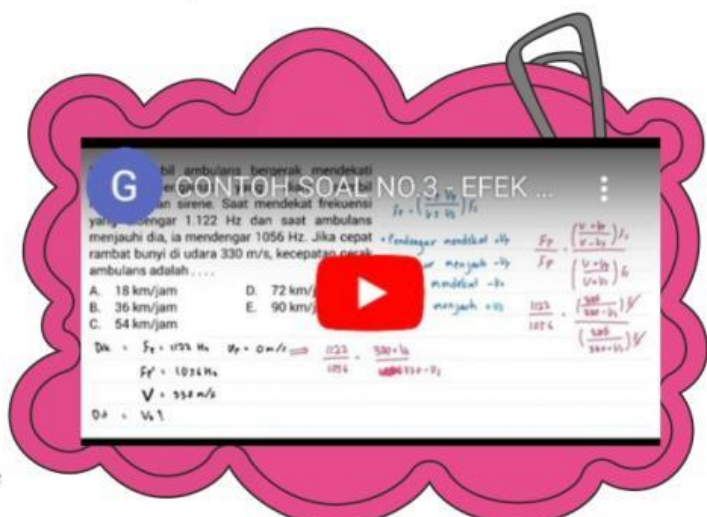
$$348,480 + 1056 v_s = 370,260 - 1122 v_s$$

$$2178 v_s = 21780 v_s$$

$$v_s = 10 \text{ m/s}$$

$$v_s = \text{km/jam}$$

Lihat pembahasan lengkap dari soal I pada video dibawah ini!



VIDEO II

10