

# ANALISIS DAN EVALUASI

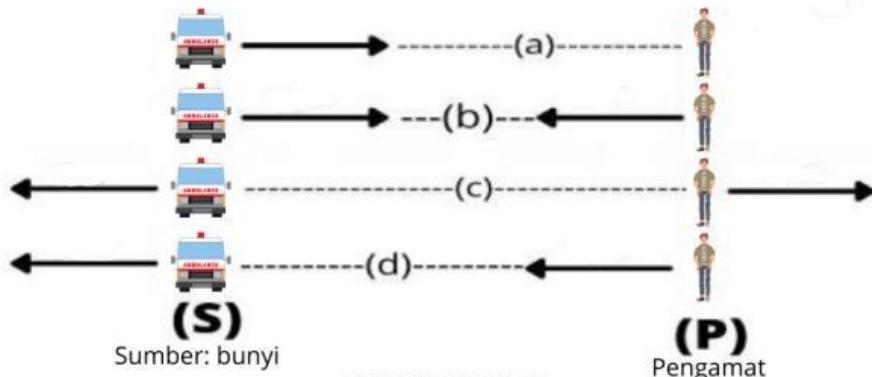
## PERISTIWA EFEK DOPPLER

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 mendekatinya. Namun, efek doppler juga akan berlaku apabila pengamat bergerak bersamaan dengan sumber bunyi.

## PERSAMAAN EFEK DOPPLER



**ILUSTRASI II**

Sumber: Canva

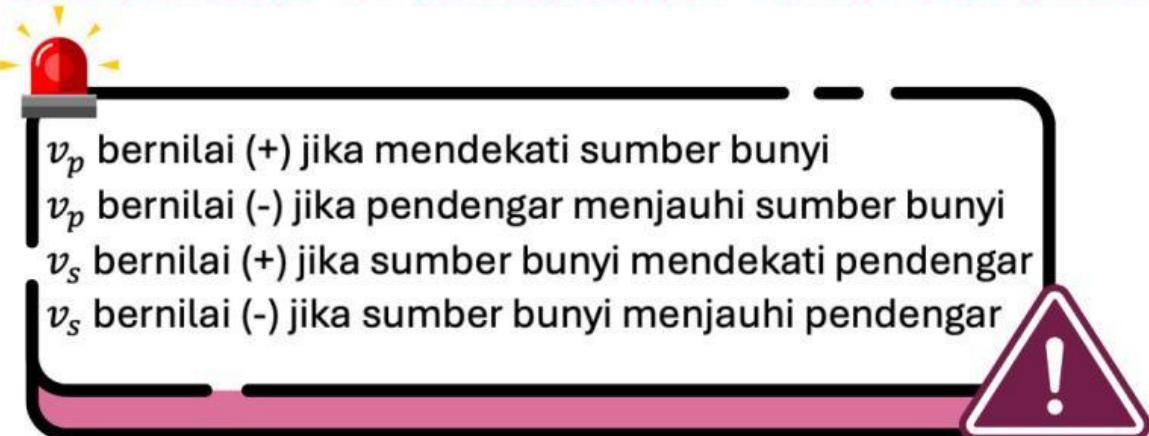
Berdasarkan **Ilustrasi II**, Efek Doppler terdiri dari pengamat P dan sumber bunyi S. Ketika pengamat dalam posisi diam (a) berada pada jarak yang dekat dengan sumber bunyi, dimana sumber bunyi bergerak mendekati pengamat maka pengamat akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih tinggi. Jika sumber 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:

Keterangan:

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

- $v$  = 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



## 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

Di sebuah stasiun, kepala stasiun sedang berdiri di peron dan mendengarkan bunyi peluit yang dikeluarkan oleh kereta api yang sedang melaju menuju stasiun. Kereta api tersebut bergerak dengan kecepatan 72 km/jam (ke arah stasiun), sementara bunyi peluit yang terdengar oleh kepala stasiun memiliki frekuensi 720 Hz. Diketahui bahwa kecepatan bunyi di udara adalah 340 m/s. Kepala stasiun ingin mengetahui berapa frekuensi sebenarnya yang dihasilkan oleh peluit kereta api tersebut, sebelum bunyi itu sampai ke telinga kepala stasiun. Hitung frekuensi kereta api sebelum bunyi peluit terdengar oleh kepala stasiun dan jelaskan fenomena yang terjadi!

### PEMBAHASAN

Diketahui :

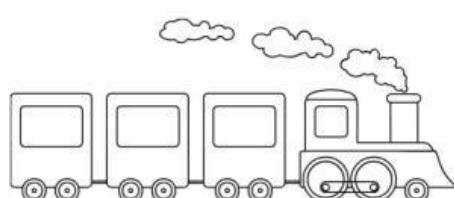
$$f_p = 720 \text{ Hz}$$

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

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

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

Ditanya : frekuensi peluit/sumber bunyi?



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

Lihat pembahasan lengkap dari soal I

pada video di bawah ini!

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

$$f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} \times f_s$$

$$720 \text{ Hz} = \frac{340+0}{340-20} \times f_s$$

$$720 \text{ Hz} = \frac{340}{320} \times f_s$$

$$f_s = \frac{720 \times 320}{340}$$

$$f_s = 677,7 \text{ Hz}$$

[BUNYI] Kereta api cepa... :

**EFEK DOPPLER**

Kereta api cepat bergerak dengan kecepatan 72 km/jam menuju stasiun dengan sumber bunyi sirine. Bunyi tersebut terdengar oleh petugas di stasiun dengan frekuensi 720 Hz. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, frekuensi sirine kereta api tersebut sebesar... Hz

Sumber: Youtube

VIDEO I

10

## CONTOH SOAL & PEMBAHASAN

### SOAL 2

Jelaskan fenomena apa yang terjadi pada suara sirine yang didengar oleh pengamat jika seorang pengamat berdiri diam di tepi jalan, mendengarkan suara sirine dari sebuah mobil ambulans yang sedang melaju. Ketika ambulans tersebut bergerak mendekati pengamat, ia mendengar suara sirine dengan frekuensi yang lebih tinggi, yaitu 1122 Hz. Namun, setelah ambulans melewati pengamat dan mulai menjauh, frekuensi suara sirine yang terdengar berubah menjadi 1056 Hz. Suara sirine pada sumbernya memiliki frekuensi 1100 Hz, dan kecepatan suara di udara adalah 330 m/s. Jelaskan fenomena yang terjadi dan tentukan berapa kecepatan 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

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

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

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

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

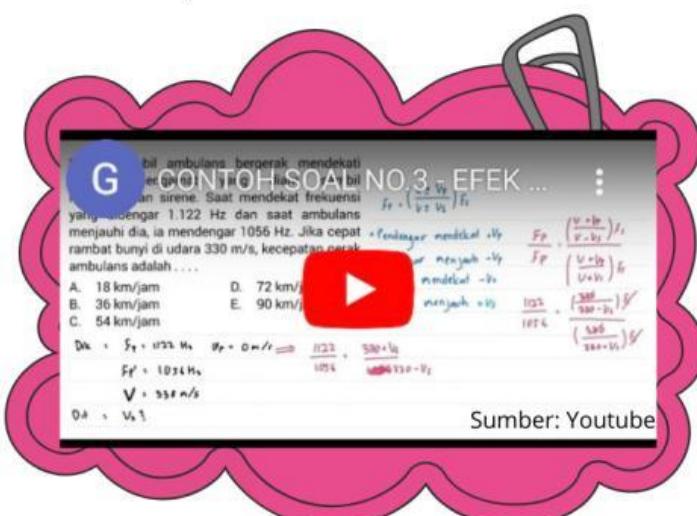
$$348,480 + 1056 v_s = 370,260 - 1122 v_s$$

$$2178 v_s = 21780 v_s$$

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

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

Lihat pembahasan lengkap dari soal I pada video dibawah ini!



**G** bil ambulans bergerak mendekati pengamat, ia mendengar frekuensi 1122 Hz dan saat ambulans menjauhi dia, ia mendengar 1056 Hz. Jika kecepatan rambat bunyi di udara 330 m/s, kecepatan gerak ambulans adalah . . .

A. 18 km/jam      D. 72 km/jam  
B. 36 km/jam      E. 90 km/jam

Dik :  $f_p = 1122 \text{ Hz}$     $v_p = 0 \text{ m/s}$     $f_{p'} = 1056 \text{ Hz}$   
 $v = 330 \text{ m/s}$   
Dit :  $v_s = ?$

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

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

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

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

$1056(330 - v_s) = 1122(330 + v_s)$

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

$2178 v_s = 21780 v_s$

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

$v_s = \text{km/jam}$

**VIDEO II**

11

## KEGIATAN III

## LATIHAN SOAL

## SOAL 1

Mobil ambulans bergerak melaju dengan kecepatan  $20 \text{ m/s}$  dengan membunyikan sirine pada frekuensi  $800 \text{ Hz}$ . Sedangkan Farah berdiri diam di Halte Sekolah melihat mobil ambulans bergerak melewati Farah. Jika cepat rambat bunyi udara  $300 \text{ m/s}$ , tentukan berapa frekuensi sirine ambulans yang didengar Farah saat berada di Halte Sekolah!



## JAWABAN

**SOAL 2**

Kereta api Bengawan berangkat dari Jakarta menuju Jogja pada pukul 11.20 WIB. Kereta Bengawan akan melewati beberapa stasiun hingga sampai tujuan akhir. Salah satu stasiun yang akan disinggahi adalah stasiun Purwokerto pada pukul 16.45 WIB dengan kecepatan 144km/jam sambil membunyikan klakson sebagai tanda kereta akan berhenti. Jika kecepatan bunyi udara 340m/s, hitunglah berapa frekuensi bunyi klakson kereta api Bengawan yang didengar penumpang saat menunggu di stasiun Purwokerto!

**JAWABAN**

**SOAL 3**

Bus Selamat Jaya rute Jakarta menuju Surabaya sedang melewati Tol Trans Jawa dengan kecepatan 72 km/jam bergerak searah melewati mobil Polisi yang sedang patroli sekaligus membunyikan sirine. Mobil Polisi dengan bunyi sirine bergerak dengan kecepatan 54 km/jam dengan kecepatan bunyi udara 335 m/s. Frekuensi bunyi sirine yang didengar oleh penumpang dari dalam Bus Selamat Jaya sebesar 1260 Hz. Berapakah frekuensi bunyi sirine yang dihasilkan oleh mobil Polisi tersebut?

**JAWABAN**

14

#### SOAL 4

Festival Jailolo merupakan festival seni budaya bertema bahari yang diadakan di Maluku Utara setiap tahunnya. Festival Jailolo diadakan pada tahun 2024 tanggal 31 Juli-3 Agustus di Kab. Halmahera Barat. Keunikan Festival Jailolo menampilkan pertunjukan seni budaya Maluku dengan panggung pentas seni berada di atas Kapal laut. Salah satu pertunjukan yang ditampilkan ialah permainan alat musik tiup bernama Floit atau sering dikenal Suling Melintang. Saat Floit/Sulit Melintang dimainkan terdengar frekuensi bunyi sebesar 1000Hz. Suara Floit/Suling Melintang tersebut terdengar oleh Andi yang sedang mengendarai motor di jalan pinggir Pantai dengan frekuensi 1050 Hz. Jika kecepatan perambatan bunyi di udara 340 m/s, maka temukan berapa kecepatan motor Andi saat mendengar bunyi Floit tersebut!

#### JAWABAN

### SOAL 5

Kebakaran permukiman padat penduduk di Manggarai menyebabkan sejumlah mobil pemadam kebakaran dan ambulans bersiaga menuju lokasi kebakaran. Mobil pemadam kebakaran membunyikan sirine dengan frekuensi 1020 Hz dan bergerak tiba ke arah Barat dengan kecepatan 2 m/s. Ketika mobil pemadam kebakaran tiba dan berhenti tepat di depan mobil ambulans, kedua mobil tersebut membunyikan sirine dengan frekuensi yang sama, yaitu 1020 Hz. Jika kecepatan suara di udara adalah 340 m/s, berapakah frekuensi pelayangan yang terdengar oleh anggota pemadam kebakaran?

### JAWABAN

## REFLEKSI



Setelah melewati berbagai kegiatan dalam pembelajaran Efek Doppler termasuk berdiskusi dengan kelompok di kelas mu. Ayo ikuti tahap akhir sebagai refleksi dari pembelajaran efek doppler sebagai berikut ini!

Ayo presentasikan kesimpulan berdasarkan Ilustrasi I. serta hasil presentasi kelompok lain, bagaimana cara kerja Efek Doppler serta berikan contoh efek doppler lain dalam kehidupan sehari-hari mu!



Mari simak video singkat berikut sebagai penutupan pembelajaran Efek Doppler!



Sumber: Youtube

VIDEO III

17

# RANGKUMAN

Rumus efek Doppler dapat diuraikan menjadi 4 kondisi sebagai berikut:

1) Rumus efek Doppler dengan kata kunci **mendekati** (atas ditambah, bawah dikurang) jika :

- a) Pendengar mendekati sumber bunyi yang diam
- b) Sumber bunyi mendekati pendengar yang diam
- c) Sumber bunyi dan pendengar saling mendekati

$$f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} \times f_s$$

2) Rumus efek Doppler dengan kata kunci menjauhi (atas dikurang, bawah ditambah) jika :

- a) Pendengar menjauhi sumber bunyi yang diam
- b) Sumber bunyi menjauhi pendengar yang diam
- c) Sumber bunyi dan pendengar saling menjauhi

$$f_p = \frac{v - v_p}{v + v_s} \times f_s$$

3) Rumus efek Doppler dengan kata kunci **searah** (atas bawah ditambah) jika sumber bunyi dan pendengar bergerak searah dimana **sumber bunyi di depan pendengar**.

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

4) Rumus efek Doppler dengan kata kunci searah (atas bawah dikurang) jika sumber bunyi dan pendengar bergerak searah dimana **pendengar di depan sumber bunyi**.

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

# DAFTAR PUSTAKA

- Haliday, D. R. (2014). *Fundamentals of Physics (10th ed)*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Ishaq, M. (2007). *Fisika Dasar Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jati, B. M. (2013). *Fisika Dasar Edisi 2 untuk Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta, Teknik & Kedokteran*. Yogyakarta: Andi.
- Kanginan, M. dkk. (2020). *Saat-Saat Jelang US/USP + AKM & SK Fisika SMA/MA 2021*. Bandung: SEWU.
- Radjawane, M. .M dkk. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Prastowo, A. S. (2017). *Panduan Sukses SBMPTN Bank Soal Full Pembahasan Saintek 2018*. Solo: Genta Smart Publisher.
- Rossalia, D. dkk. (2020). *SMART BOOK TKA SAINTEK UTBK SBMPTN*. Jakarta Selatan: KAWAHmedia.
- Sunardi, dkk. (2021). *Buku Siswa Fisika untuk SMA/MA Kelas 11*. Bandung: Yrama Widya.
- Wibowo, J., & Cholid, A. (2014). *Bahas Tuntas 1001 Soal Fisika*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.

## BIOGRAFI PENULIS



### JESSICA K HARTONO, S.PD. MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA

Jessicakristanti.2023@student.uny.ac.id

#### Profil Singkat

Nama	: Jessica Kristanti Hartono
T.Tanggal lahir	: Bandung, 1 Mei 2000
Alamat	: Nglaren, Condongcatur, Sleman, DIY

#### Riwayat Pendidikan

- S2 Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta
- S1 Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan
- SMA Negeri 3 Pematangsiantar