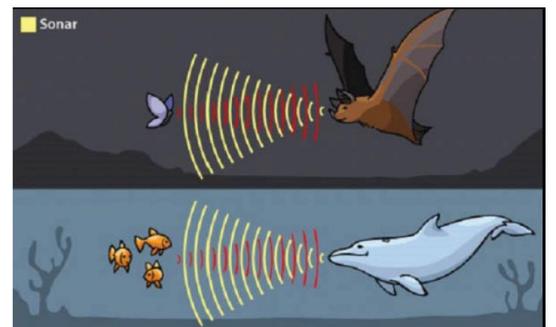
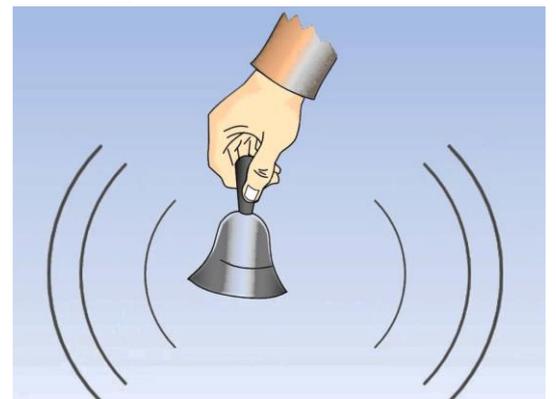


Modul Fisika

Untuk SMA/MA Kelas II

Gelombang Bunyi



Nama :

Kelas :

Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Modul “Gelombang Bunyi” ini. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Semoga kita termasuk golongan yang mendapatkan syafaatnya kelak. Aamiin.

Modul ini memiliki keunggulan tersendiri, dengan menggunakan kurikulum 2013 yang menekankan pada peningkatan mutu di segala aspek pembelajaran dan pemuatan materi pokok mencakup ringkasan materi, lembar kegiatan siswa dalam memahami materi yang telah diberikan.

Penulis menyadari masih terdapat begitu banyak kekurangan dalam penulisan modul ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan modul ini sangat diharapkan. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan dan penyelesaian penulisan modul ini. Semoga modul ini memberikan manfaat bagi penulis, siswa, guru, mahasiswa dan semua pihak di lingkungan pendidikan.



Daftar isi

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	ii
KD, Indikator, Tujuan Pembelajaran.....	iii
Peta Konsep.....	iv
Judul	v
1. Karakteristik Bunyi berdasarkan Medium Perambatannya	1
2. Karakteristik Bunyi berdasarkan Frekuensinya	2
3. Cepat Rambat Bunyi	2
4. Dawai.....	4
5. Sumber Bunyi	5
6. Resonansi	8
7. Efek Doppler	9
8. Intensitas Bunyi	10
9. Taraf Intensitas Bunyi	11
10. Pelayangan	12
Rangkuman	20
Evaluasi	22
Daftar Pustaka	28
Kunci Jawaban	29



Kompetensi Dasar

Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.

Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Memahami karakteristik bunyi berdasarkan medium perambatannya
2. Memahami karakteristik bunyi berdasarkan frekuensinya
3. Menghitung cepat rambat bunyi, dawai
4. Menjelaskan sumber bunyi dan resonansi
5. Menghitung frekuensi pada efek Doppler
6. Menghitung daya dan intensitas bunyi
7. Menghitung pelayangan bunyi

Tujuan Pembelajaran

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami konsep gelombang bunyi
2. Memahami hukum-hukum bunyi
3. Menjelaskan berbagai praktek laboratorium/percobaan untuk menerapkan konsep bunyi
4. Menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan permasalahan konsep bunyi
5. Terampil melakukan percobaan konsep bunyi dengan teliti.

Peta konsep





GELOMBANG

BUNYI

Bagaimana bunyi itu bisa terjadi? Gelombang bunyi dihasilkan oleh benda bergetar sehingga menyebabkan gangguan kerapatan pada medium. Gangguan ini berlangsung melalui interaksi molekul-molekul medium sepanjang arah perambatan gelombang. Adapun molekul hanya bergetar ke depan dan ke belakang di sekitar posisi kesetimbangan.

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena adanya rapatan dan renggangan medium baik gas, cair, maupun padat. Apakah setiap getaran dapat menghasilkan bunyi? Cobalah menjatuhkan sekeping uang logam ke lantai. Dapatkah kamu mendengar suara dari uang logam tersebut? Selanjutnya jatuhkan benda yang ringan, misalnya sesobek kertas di atas lantai. Masih dapatkah kamu mendengarsuara jatuhnya kertas tersebut? Kedua percobaan di atas menunjukkan kepada kita bahwa tidak semua getaran menghasilkan bunyi.

1. Karakteristik Bunyi Berdasarkan Mediumnya

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanik yaitu gelombang yang di dalam perambatannya memerlukan medium perantara. Di udara, laju bunyi bertambah terhadap temperatur. Pada suhu 20°C besarnya sekitar 343 m/s.

Gelombang bunyi juga termasuk gelombang longitudinal, gelombang yang terjadi berupa rapatan dan renggangan. Medium perantara gelombang bunyi bisa berupa gas, cair atau padat.

Gelombang bunyi tidak dapat merambat di dalam ruang hampa udara. Kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam zat padat lebih cepat dibanding di dalam gas atau udara. Hal ini disebabkan oleh jarak antar molekul dalam zat padat lebih pendek dibandingkan pada zat cair dan gas sehingga perpindahan energi kinetik lebih cepat terjadi.

Zat	Cepat rambat bunyi (m/s)
Udara	340
Helium	977
Air	1500
Mamer	3810
Kayu	3850
Alumunium	5000
Besi	5120

Tabel 1. Kecepatan Bunyi dalam berbagai zat pada suhu 15°C

2. Karakteristik Gelombang Bunyi Berdasarkan Frekuensinya

Gelombang bunyi berdasarkan daya pendengaran manusia dibedakan menjadi menjadi tiga, yaitu audio/bunyi, infrasonik dan ultrasonik.

- Audio yaitu daerah gelombang bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia yang memiliki frekuensi berkisar antara 20 hingga 20.000 Hz.
- Infrasonik yaitu gelombang bunyi yang memiliki frekuensi di bawah 20 Hz.
- Ultrasonik yaitu gelombang bunyi yang memiliki frekuensi di atas 20.000 Hz. Baik gelombang infrasonik maupun ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia.

3. Mengukur Cepat Rambat Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Cepat rambat bunyi tergantung pada sifat-sifat medium rambat.

- Cepat rambat bunyi dalam zat padat

Cepat rambat bunyi dalam zat padat bergantung pada modulus young dan massa jenis zat padat.

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

Keterangan : v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis (Kg/m^3)

- Cepat rambat bunyi dalam zat cair

Cepat rambat bunyi dalam zat cair bergantung pada modulus Bulk dan massa jenis zat cair.

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

Keterangan : v = cepat rambat bunyi (m/s)

B = modulus Bulk (N/m^2)

ρ = massa jenis (Kg/m^3)

- Cepat rambat bunyi dalam gas

Cepat rambat bunyi dalam gas bergantung pada suhu dan jenis gasnya.

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

Keterangan : v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = konstanta Laplace

R = konstanta gas umum (J/mol K)

T = suhu gas (K)

M = massa molekul relatif gas

Contoh soal:

Sebuah gelombang longitudinal merambat dalam air yang memiliki modulus bulk $4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Besarnya cepat rambat bunyi dalam air adalah... ($\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

Diketahui: Modulus bulk = $4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

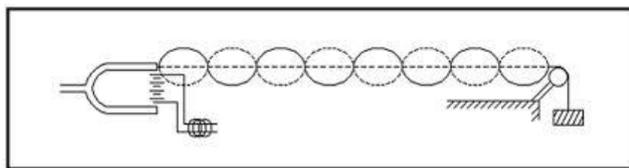
Ditanya: v ?

Jawab: $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^9}{1000}} = 2.000 \text{ m/s}$

4. Cepat Rambat Gelombang Pada Dawai

Percobaan Melde dilakukan untuk menentukan cepat rambat gelombang pada dawai. Alat yang digunakan disebut sonometer. Mendel menemukan bahwa cepat rambat gelombang pada dawai sebanding dengan akar gaya tegangan tali dan berbanding terbalik dengan akar massa persatuan panjang dawai.

Perhatikan gambar berikut :



Gambar 1. Percobaan Melde

Pada salah satu ujung tangkai garpu tala diikatkan erat-erat sehelai kawat halus tersebut ditumpu pada sebuah katrol dan ujung kawat diberi beban. Garpu tala digetarkan dengan electromagnet secara terus menerus hingga amplitudo yang ditimbulkan oleh garpu tala sama dengan kostan.

Dari hasil percobaan melde hasil perumusan melde adalah :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho(AL)}{L}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

Keterangan:

v = cepat rambat (m/s)

m = massa tali (kg)

F = gaya tegangan pada tali (N)

A = luas Penampang (m^2)

μ = massa persatuan panjang tali (kg/m)

V = volume (m^3)

L = panjang tali (m)

ρ = massa jenis dawai (kg/m^3)

Contoh soal :

Dawai sepanjang 60 cm ditegangkan dengan gaya 75 N sehingga menimbulkan cepat rambat gelombang sebesar 30 m/s. Massa dawai tersebut adalah....

Diketahui: $L = 60 \times 10^{-2} \text{ m}$

$F = 75 \text{ N}$

$v = 30 \text{ m/s}$

Ditanya: m ?

Jawab:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

$$30 = \sqrt{\frac{75 \times 60 \times 10^{-2}}{m}}$$

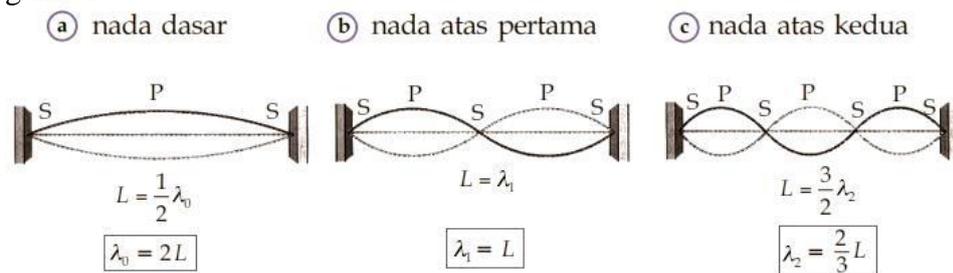
$$m = \frac{75 \times 60 \times 10^{-2}}{30^2} = 0,05 \text{ Kg}$$

5. Sumber Bunyi

Gelombang bunyi yang sering kita dengar sehari-hari dihasilkan oleh sesuatu yang bergetar yang disebut *sumber bunyi*. Beberapa sumber bunyi yang kita kenal misalnya gitar, suling, biola, terompet, dan lain-lain. Pada saat bergetar, sumber bunyi ini juga akan menggetarkan udara di sekelilingnya dan kemudian udara mentransmisikan getaran tersebut dalam bentuk gelombang longitudinal.

a. Senar

Alat musik seperti gitar atau biola menggunakan dawai sebagai alat getar. Nada yang dihasilkan oleh senar gitar dapat diubah-ubah dengan cara menekan senar pada posisi tertentu. Satu senar dapat menghasilkan berbagai frekuensi resonansi dengan pola gelombang seperti tampak pada gambar.



Gambar 2. Resonansi bunyi pada dawai

1) Nada dasar f_0 (harmonik pertama)

$$l = \frac{1}{2} \lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 2l$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$

2) Nada atas pertama f_1 (harmonik kedua)

$$l = \lambda_1$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = 2 \left(\frac{v}{2l} \right)$$

3) Nada atas kedua f_2 (harmonik ketiga)

$$l = \frac{3}{2} \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{2}{3} l$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 3 \left(\frac{v}{2l} \right)$$

Frekuensi-frekuensi f_0, f_1, f_2 dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi. Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu

$$f_0 = \frac{v}{2l}, f_1 = 2 \left(\frac{v}{2l} \right), f_2 = 3 \left(\frac{v}{2l} \right) \text{ dapat ditulis menjadi}$$

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3$$

Info Fisika

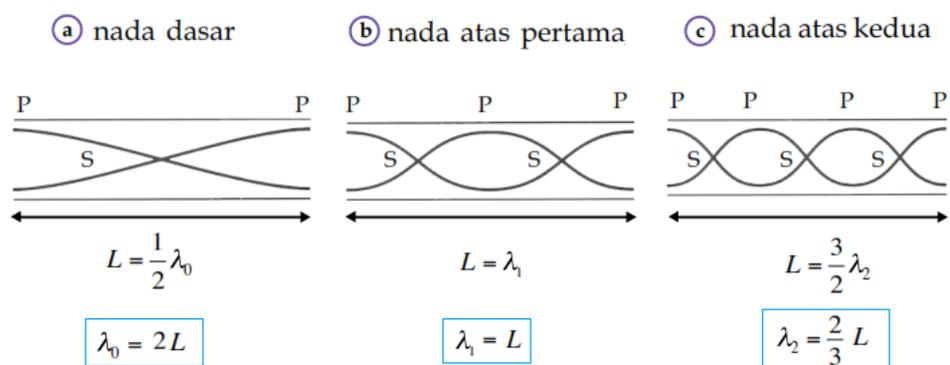
Nada terendah yang dihasilkan oleh sumber bunyi disebut nada dasar atau harmonik pertama (f_0).

b. Pipa Organa

Seruling dan terompet merupakan contoh sumber bunyi berupa kolom udara. Sumber bunyi yang menggunakan kolom udara sebagai sumber getarnya disebut juga *pipa organa*.

Pipa organa dibedakan menjadi dua, yaitu *pipa organa terbuka* dan *pipa organa tertutup*.

Pada pipa organa terbuka bagian ujungnya terbuka. Nada dasar pipa organa terbuka (f_0) bersesuaian dengan pola sebuah perut pada bagian ujung dan sebuah simpul pada bagian tengahnya.



Gambar 3. Frekuensi pada pipa organa terbuka

- 1) Nada dasar f_0 (harmonik pertama)

$$l = \frac{1}{2} \lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 2l$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$

2) Nada atas pertama f_1 (harmonik kedua)

$$l = \lambda_1$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = 2 \left(\frac{v}{2l} \right)$$

3) Nada atas kedua f_2 (harmonik ketiga)

$$l = \frac{3}{2} \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{2}{3} l$$

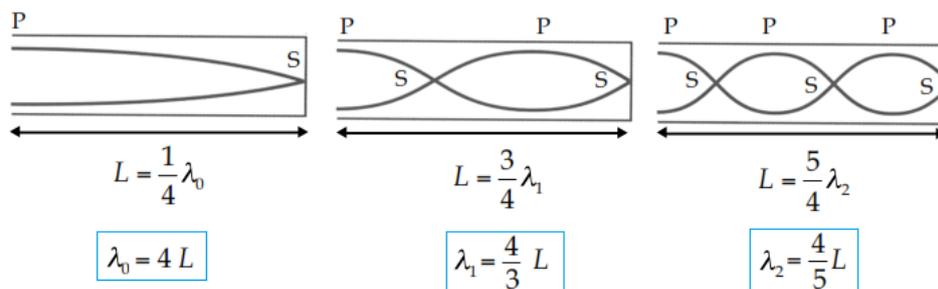
$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 3 \left(\frac{v}{2l} \right)$$

Perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh setiap pola gelombang pada pipa organa terbuka yaitu

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3$$

Sebuah pipa organa tertutup jika ditiup juga akan menghasilkan frekuensi nada dengan pola-pola gelombang yang dapat dilihat pada

(a) nada dasar (b) nada atas pertama (c) nada atas kedua



Gambar 4. Frekuensi pada pipa organa tertutup

1) Nada dasar f_0 (harmonik pertama)

$$l = \frac{1}{4} \lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 4l$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{4l}$$

2) Nada atas pertama f_1 (harmonik kedua)

$$l = \frac{3}{4} \lambda_1 \text{ atau } \lambda_1 = \frac{4}{3} l$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{\frac{4}{3} l} = 3 \left(\frac{v}{4l} \right)$$

3) Nada atas kedua f_2 (harmonik ketiga)

$$l = \frac{5}{4} \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{4}{5} l$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{4}{5} l} = 5 \left(\frac{v}{4l} \right)$$

Perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh setiap pola gelombang pada pipa organa tertutup yaitu

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5$$

Contoh soal :

Berapa frekuensi dasar untuk pipa organa yang panjangnya 25 cm jika pipa tersebut,

a. Terbuka b. Tertutup

Diketahui: $L = 25 \times 10^{-2}$ m

Ditanya: a. f_0 pipa organa Terbuka b. f_0 pipa organa Tertutup

Jawab:

a. Pipa Organa Terbuka

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} = \frac{340}{2.25 \times 10^{-2}} = 680 \text{ Hz}$$

b. Pipa Organa Tertutup

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{4l} = \frac{340}{4.25 \times 10^{-2}} = 340 \text{ Hz}$$

6. Resonansi

Resonansi adalah turut bergetarnya suatu benda karena memiliki frekuensi yang sama dengan benda lain yang bergetar.

$$l_n = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda$$

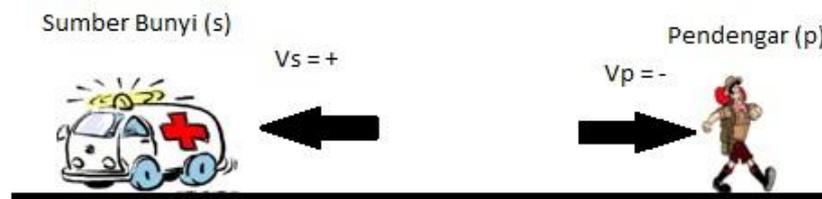
Keterangan : $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

7. Efek Doppler

Jika kita berdiri di pinggir jalan kemudian melintas sebuah mobil ambulans dengan sirine yang berbunyi, kita akan mendengar frekuensi sirine yang relatif lebih tinggi dari frekuensi sirine yang sebenarnya. Sebaliknya frekuensi sirine akan terdengar lebih rendah ketika ambulans bergerak menjauhi kita. Peristiwa naik-turunnya frekuensi bunyi semacam ini disebut efek Doppler.



Gambar 5. Sumber bunyi dan pendengar saling mendekat



Gambar 6. Sumber bunyi dan pendengar saling menjauhi

Dari Gambar 5 Sumber bunyi dan pendengar saling mendekati, maka frekuensi yang terdengar lebih besar daripada frekuensi sumber bunyi. Gambar 6 Sumber bunyi dan pendengar saling menjauhi, maka frekuensi yang terdengar lebih kecil daripada frekuensi sumber bunyi. Peristiwa ini dinamakan *efek Doppler*.

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

- Keterangan :
- f_p = frekuensi pendengar (Hz)
 - f_s = frekuensi sumber bunyi (Hz)
 - v_p = kecepatan pendengar (m/s)
 - v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)
 - v = cepat rambat udara (340 m/s)

Info Fisika

Efek Doppler pertama kali dipikirkan oleh seorang Austria bernama Christian Johann Doppler.

Contoh soal

Sebuah mobil membunyikan sirine pada frekuensi 400 Hz. Jika laju mobil 20 m/s, dan laju bunyi di udara 340 m/s, tentukan frekuensi sirine yang didengar oleh pengamat !

Diketahui: $f_s = 400 \text{ Hz}$
 $v_s = 20 \text{ m/s}$
 $v = 340 \text{ m/s}$

Ditanya: $f_p?$

Jawab:

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

$$f_p = \frac{340 - 0}{340 - 20} \times 400 = 425 \text{ Hz}$$

8. Intensitas Bunyi

Pada dasarnya gelombang bunyi adalah rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya disebut *intensitas bunyi*. Apabila suatu sumber bunyi mempunyai daya sebesar P watt, maka besarnya intensitas bunyi di suatu tempat yang berjarak r dari sumber bunyi dapat dinyatakan :

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Perbandingan intensitas gelombang bunyi pada suatu titik yang berjarak r_1 dan r_2 dari sumber bunyi adalah

$$I_1 : I_2 = \frac{P}{4\pi r_1^2} : \frac{P}{4\pi r_2^2} = \frac{I}{r_1^2} : \frac{I}{r_2^2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Apabila terdapat n buah sumber bunyi yang identik, maka intensitas total gelombang bunyi merupakan penjumlahan aljabar terhadap intensitas masing-masing sumber bunyi.

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Contoh soal :

Intensitas bunyi dari suatu detektor pada jarak 2 m adalah $4 \times 10^6 \text{ W/m}^2$. Jika detektor digeser dari posisinya, intensitas yang terdeteksi adalah 10^6 W/m^2 . Jarak pergeseran detektor tersebut adalah....

Diketahui: $r_1 = 2 \text{ m}$
 $I_1 = 4 \times 10^6 \text{ W/m}^2$
 $I_2 = 10^6 \text{ W/m}^2$

Ditanya: $r_2?$

Jawab: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$
 $\frac{10^6}{4 \times 10^6} = \frac{2^2}{r_2^2}$
 $r_2 = \sqrt{\frac{4 \times 10^6 \times 2^2}{10^6}} = 4 \text{ m}$

9. Taraf Intensitas Bunyi

Ketinggian bunyi berhubungan dengan besaran fisika yang dapat diukur, yaitu intensitas gelombang. Intensitas didefinisikan sebagai energi yang dibawa sebuah gelombang per satuan waktu melalui satuan luas. Karena energi per satuan waktu adalah daya intensitas mempunyai satuan daya per satuan luas (watt/meter²).

Telingan manusia dapat mendeteksi bunyi dengan intensitas serendah 10^{-12} W/m^2 dan setinggi 1 W/m^2 bila lebih tinggi lagi akan menyakitkan). Karena hubungan antara sensasi subyektif dari kenyaringan dan besaran fisika terukur “intensitas”, maka intensitas bunyi dinyatakan dengan skala logaritmik. Maka untuk mengukur Taraf Intensitas bunyi (*TI*) didefinisikan sebagai berikut :

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Apabila terdapat n buah sumber bunyi identik yang memiliki taraf intensitas *TI*, maka taraf intensitas total TI_{total} adalah

$$TI_{total} = 10 \log \frac{I_{total}}{I_0}$$

$$= 10 \log \frac{nI}{I_0} = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) n = 10 \log \frac{I}{I_0} + 10 \log n$$

$$TI_{total} = TI + 10 \log n$$

Apabila taraf intensitas bunyi di suatu titik yang berjarak r_1 dari sumber bunyi adalah TI dan yang berjarak r_2 adalah TI_2 , maka

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

Keterangan : TI = Taraf Intensitas Bunyi (dB)

n = Banyaknya sumber bunyi

r = Jarak suatu titik dari sumber bunyi (m)

Contoh soal :

Besarnya taraf intensitas bunyi yang memiliki intensitas 10^{-7} Watt/m² adalah...

Diketahui: $I = 10^{-7}$ W/m²

$I_0 = 10^{-12}$ W/m²

Ditanya: TI ?

Jawab: $TI = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 10 \log 10^5 = 50 \text{ dB}$

10. Pelayangan

Pada saat dua buah gelombang bunyi yang memiliki amplitudo yang sama dan merambat dalam arah yang sama, namun memiliki frekuensi yang berbeda sedikit, maka bunyi akan terdengar keras dan lemah secara bergantian. Peristiwa ini disebut *pelayangan bunyi*.

Banyaknya pelemahan dan penguatan bunyi yang terjadi dalam satu detik disebut *frekuensi layangan bunyi* yang besarnya sama dengan selisih antara dua gelombang bunyi yang berinterferensi tersebut. Besarnya frekuensi layangan bunyi dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$f_n = N = |f_1 - f_2|$$

Keterangan : f_n = frekuensi layangan bunyi (Hz)

N = banyaknya layangan bunyi tiap detiknya

f_1 dan f_2 = frekuensi gelombang bunyi yang berinterferensi (Hz)

Contoh soal :

Dua buah bunyi yang masing-masing memiliki frekuensi 530 Hz dan 524 Hz berbunyi serempak. Banyaknya layangan perdetik adalah....

Diketahui: $f_1 = 530 \text{ Hz}$

$f_2 = 524 \text{ Hz}$

Ditanya: $f_n?$

Jawab: $f_n = |f_1 - f_2| = |530 - 524| = 6 \text{ layangan}$

Lembar Kerja.

KECEPATAN BUNYI DI UDARA

A. TUJUAN

1. Mempelajari fenomena resonansi gelombang bunyi
2. Mengukur kecepatan rambat gelombang bunyi di udara

B. ALAT DAN BAHAN

1. Statif
2. Tabung resonansi
3. Pembangkit frekuensi radio
4. Speaker
5. Osiloskop
6. Resiver

C. DESAIN ALAT



D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Ambil sebuah tabung resonansi.
2. Didalam tabung sebelah kanan pastikan terdapat speaker sebagai sumber bunyi.
3. Hubungkan speaker dengan pembangkit frekuensi radio (audio generator).
4. Katub (piston) yang terdapat dalam tabung rapatkan dengan speaker.
5. Untuk frekuensi awal coba anda buat 100 Hz pada audio generator.
6. Tarik perlahan katub dan dengarkan bunyi yang paling nyaring (resonansi untuk $n=1$), catat jarak antara katub dengan speaker.

7. Kemudian tarik lagi katub sampai terdengarkan bunyi yang paling nyaring lagi (resonansi untuk $n=2$), catat jarak antara katub dengan speaker. Lakukan untuk jarak resonansi seterusnya sampai habis panjang tabung.
8. Ulangi kegiatan 6 dan 7 untuk sumber frekuensi yang berbeda.
9. Hasil pengamatan dapat ditulis pada table.

E. TEORI

Bunyi adalah salah satu bentuk gelombang mekanik, karena untuk merambat diperlukan medium. Bunyi yang kita dengar berasal dari sumber bunyi yang bergetar kemudian merambat melalui pertikel-pertikel udara dalam bentuk rapatan dan renggangan.

Kecepatan gelombang bunyi dapat ditentukan dengan tabung resonansi. Misalkan pada salah satu ujung tabung (pipa organa) diletakkan sebuah sumber bunyi sedangkan ujung tabung lainnya ditutup (tabung semi tertutup), maka gelombang bunyi akan merambat melewati udara di dalam tabung dan ketika sampai di ujung yang tertutup gelombang tersebut dipantulkan. Gelombang datang dan gelombang pantul ini akan berinterferensi. Interferensi tersebut menyebabkan bunyi kedengaran makin keras atau makin lemah. Pada kondisi tertentu, gelombang hasil interferensi akan menghasilkan gelombang berdiri, peristiwa ini dinamakan resonansi. Jika menggunakan pipa organa semi tertutup, resonansi akan terjadi apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$l_n = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda$$

Dengan L adalah panjang tabung dan $n = 1, 2, 3, \dots$ adalah orde resonansi ke satu, kedua dan seterusnya, sedangkan λ adalah panjang gelombang. Hubungan antara cepat rambat gelombang V , frekuensi f , dan panjang gelombang λ adalah :

$$V = f \lambda$$

F. ANALISIS DATA

Tabel Pengamatan

No.	Frekuensi (Hz)	n = 1		n = 2		n = 3		n = 4	
		L (m)	λ (m)						
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

1. Hitunglah panjang gelombang (λ) setiap sumber frekuensi untuk setiap n. kemudian hitunglah rata-ratanya.
2. Lakukan perhitungan seperti langkah 1 untuk setiap sumber frekuensi.
3. Hitung kecepatan gelombang bunyi untuk setiap sumber frekuensi.

G. PERTANYAAN

H. SIMPULAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LKS PRAKTIKUM FISIKA

RESONANSI DAN BUNYI SEDERHANA PADA GELAS KACA

A. Tujuan Percobaan

1. Mengetahui pengaruh panjang ruang kosong dengan frekuensi bunyi yang dihasilkan
2. Membedakan frekuensi bunyi secara percobaan dengan analisis

B. Alat dan Bahan Percobaan

1. Alat
 - a. Gelas Anggur 2 buah
 - b. Penggaris
2. Bahan
 - a. Air

C. Desain Alat Percobaan



D. Prosedur Percobaan

Langkah-langkah dalam eksperimen:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Ambil gelas anggur kosong
3. Ukur ruang kosong pada gelas
4. Celupkan jari telunjuk dan jari tengah pada air
5. Pegang kaki gelas agar tidak goyang atau jatuh saat melakukan praktikum
6. Gesek bibir gelas dengan kedua jari yang telah dibasahi

7. Amati bunyi yang terjadi
8. Tuang air pada gelas anggur kosong dengan volume $\frac{1}{4}$ gelas
9. Ulangi langkah 2-7, untuk seterusnya dengan volume air yang semakin bertambah. $\frac{1}{2}$ gelas dan satu gelas penuh
10. Bandingkan frekuensi bunyi yang terjadi

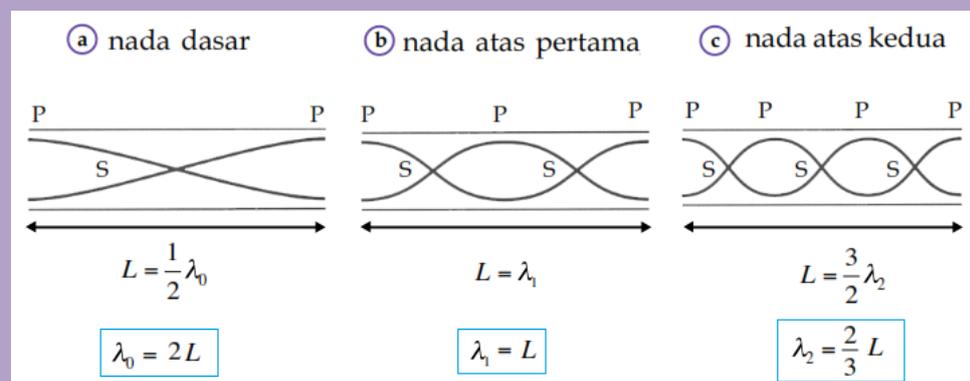
E. Dasar Teori

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena ada benda lain yang bergetar dan memiliki frekuensi yang sama atau kelipatan bilangan bulat dari frekuensi itu. Resonansi sangat penting di dalam dunia musik. Dawai tidak dapat menghasilkan nada yang nyaring tanpa adanya kotak resonansi. Resonansi menghasilkan pola gelombang stasioner yang terdiri atas perut dan simpul gelombang dengan panjang gelombang tertentu. pada saat frekuensinya sama dengan frekuensi resonansi, hanya diperlukan sedikit usaha untuk menghasilkan amplitudo besar. Resonansi juga dipahami untuk mengukur kecepatan perambatan bunyi di udara. Contoh peristiwa resonansi adalah pada pipa organa, salah satunya pipa organa terbuka.

Pipa organa terbuka berarti kedua ujungnya terbuka. Nada dasar pipa organa terbuka bersesuaian dengan pola sebuah perut pada bagian ujung dan sebuah simpul pada bagian tengahnya.

PERSAMAAN FREKUENSI PADA PIPA ORGANA TERTBUKA

Gambar konsep pipa organa terbuka



F. Analisis Data

Volume air (ml)	Panjang ruang kosong (cm)	Deskripsi Suara

Rumus untuk mencari frekuensi pada pipa organa terbuka :

$$f_0 = \frac{v}{4l} = \dots \text{ Hz}$$

$$f_1 = \frac{3v}{4l} = \dots \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{5v}{4l} = \dots \text{ Hz}$$

$$f_3 = \frac{7v}{4l} = \dots \text{ Hz}$$

perbandingan antara frekuensi pada percobaan dengan analisis

G. Pertanyaan

1. Apa yang mempengaruhi frekuensi bunyi pada gelombang stasioner?
2. Dari percobaan yang telah dilakukan, bagaimana perbandingan frekuensi bunyi yang dihasilkan?
3. Apa yang menyebabkan gelas bisa berbunyi jika gesek dengan jari tangan?

H. Simpulan

.....

.....

.....

.....

.....

RANGKUMAN

1. Gelombang bunyi adalah gelombang mekanik yaitu gelombang yang di dalam perambatannya memerlukan medium perantara. Medium perantara gelombang bunyi bisa berupa gas, cair atau padat.
2. Berdasarkan ketinggian frekuensi, bunyi dibedakan menjadi
 - a. Infrasonik, $f < 20$ Hz
 - b. Audio, $20 \leq f \leq 20.000$ Hz
 - c. Ultrasonik, $f > 20.000$ Hz
3. Cepat Rambat Bunyi berdasarkan mediumnya
 - a. Dalam zat padat, $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
 - b. Dalam zat cair, $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$
 - c. Dalam gas, $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$
4. Cepat Rambat Bunyi pada Dawai

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$
5. Sumber bunyi adalah gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sesuatu yang bergetar.
 - a. Senar $f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$
 - b. Pipa Organa Terbuka $f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$
 - c. Pipa Organa Tertutup $f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{4l}$$
6. Resonansi adalah turut bergetarnya suatu benda karena memiliki frekuensi yang sama dengan benda lain yang bergetar.

$$l_n = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda$$

7. Efek Doppler

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

8. Intensitas Bunyi

Pada dua titik yang berbeda dengan satu sumber bunyi,

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Pada satu titik yang sama dengan beberapa sumber bunyi,

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

9. Taraf Intensitas Bunyi

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

I_0 adalah intensitas ambang pendengaran yang merupakan intensitas bunyi terendah yang masih dapat didengar oleh telinga manusia dan besarnya 10^{-12} W/m^2 .

Untuk satu titik yang sama dengan n sumber bunyi identik,

$$TI_{total} = TI + 10 \log n$$

10. Pelayangan bunyi adalah peristiwa terdengar keras atau lemahnya bunyi secara bergantian akibat interferensi dua gelombang yang memiliki amplitudo dan arah rambat sama, namun memiliki perbedaan frekuensi yang relatif kecil.

$$f_n = N = |f_1 - f_2|$$

EVALUASI

Pilihan Ganda

- Sebuah gelombang merambat dalam air yang memiliki modulus bulk $9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Besarnya cepat rambat gelombang tersebut adalah....
 - $2 \times 10^2 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^2 \text{ m/s}$
 - $2 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - $3 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - $4 \times 10^3 \text{ m/s}$
- Tentukan kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam air, jika diketahui modulus Bulk air $2,25 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$ dan massa jenis air 10^3 kgm^{-3}
 - 15 m/s
 - 150 m/s
 - 500 m/s
 - 1000 m/s
 - 1500 m/s
- Udara pada keadaan normal $\gamma=1,4$ (gas diatomik), $p=1 \text{ atm}$, $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$. Tentukanlah cepat rambat gelombang bunyi di udara
 - 0,30 m/s
 - 0,33 m/s
 - 33 m/s
 - 330 m/s
 - 3300 m/s
- Tentukanlah cepat rambat gelombang bunyi pada suatu zat padat jika $E = 2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$ dan $\rho = 8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 - 0,5 m/s
 - 50 m/s
 - 500 m/s
 - 5.000 m/s
 - 50.000 m/s

5. Sebuah tali panjangnya 80 cm diberi tegangan, jika cepat rambat gelombang pada tali itu 720 m/s. Besarnya frekuensi nada dasar yang ditimbulkan oleh tali itu adalah
 - A. 240 Hz
 - B. 360 Hz
 - C. 450 Hz
 - D. 500 Hz
 - E. 750 Hz
6. Suatu dawai ditegangkan dengan gaya 50 N. Jika panjang dawai 0,8 m dan massa dawai 25 gr, maka cepat rambat pada dawai adalah....
 - A. 10 m/s
 - B. 40 m/s
 - C. 60 m/s
 - D. 75 m/s
 - E. 85 m/s
7. Frekuensi nada dasar yang dihasilkan oleh sebuah dawai adalah 200 Hz. Maka nada atas ke-dua yang dihasilkan mempunyai frekuensi sebesar
 - A. 200 Hz
 - B. 300 Hz
 - C. 400 Hz
 - D. 500 Hz
 - E. 600 Hz
8. Sebuah seruling memiliki kolom udara terbuka pada kedua ujungnya memiliki nada atas kedua dengan frekuensi 1.700 Hz. Jika kecepatan suara di udara adalah 340 m/s, maka panjang seruling cm.
 - A. 10
 - B. 15
 - C. 20
 - D. 25
 - E. 30

9. Sebuah pipa organa terbuka mempunyai panjang 30 cm dan di dalamnya terdapat 3 buah simpul. Berapakah besar frekuensinya....
- A. 17 Hz
 - B. 170 Hz
 - C. 1500 Hz
 - D. 1700 Hz
 - E. 1900 Hz
10. Sebuah pipa organa tertutup memiliki panjang 50 cm. Tentukan frekuensi nada dasar dan frekuensi nada harmonik berikutnya!
- A. 21 Hz dan 150 Hz
 - B. 51 Hz dan 170 Hz
 - C. 150 Hz dan 71 Hz
 - D. 170 Hz dan 51 Hz
 - E. 180 Hz dan 80 Hz
11. Sebuah pipa organa tertutup nada harmonik ke duanya sebesar 85 Hz. Panjang pipa tersebut adalah....
- A. 5 m
 - B. 10 m
 - C. 12 m
 - D. 15 m
 - E. 20 m
12. Sebuah sumber bunyi beresonansi pertama kali pada saat tinggi kolom udara 100 cm. Jika pada frekuensi sumber bunyi 350 Hz, maka Panjang gelombangnya adalah....
- A. 2 m
 - B. 4 m
 - C. 6 m
 - D. 8 m
 - E. 10 m
13. Sebuah mobil patroli polisi bergerak dengan kelajuan 72 km/jam sambil membunyikan sirine yang mempunyai frekuensi 800 Hz. Tentukan berapa

frekuensi bunyi sirine yang diterima oleh seseorang yang diam di pinggir jalan pada saat mobil tersebut bergerak mendekatnya! Apabila diketahui cepat rambat gelombang bunyi di udara 340 m/s.

- A. 850 Hz
 - B. 800 Hz
 - C. 750 Hz
 - D. 700 Hz
 - E. 650 Hz
14. Suatu sumber bunyi bergerak dengan kecepatan 60 m/s meninggalkan pengamat yang berada dibelakangnya dengan kecepatan 10 m/s. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s dan frekuensi sumber bunyi 800 Hz, maka frekuensi yang didengar pengamat adalah....
- A. 700 Hz
 - B. 800 Hz
 - C. 940 Hz
 - D. 960 Hz
 - E. 1120 Hz
15. Sebuah sumber bunyi memancarkan daya sebesar 5 watt. Besarnya intensitas titik yang terletak pada jarak 5 m dari sumber itu adalah....
- A. 0,006 watt/m²
 - B. 0,016 watt/m²
 - C. 0,023 watt/m²
 - D. 0,035 watt/m²
 - E. 0,046 watt/m²
16. Intensitas bunyi dari suatu detektor pada jarak 3 m adalah 9×10^6 W/m². Jika detektor digeser dari posisinya, intensitas yang terdeteksi adalah 10^6 W/m². Jarak pergeseran detektor tersebut adalah....
- A. 3 m
 - B. 6 m
 - C. 9 m
 - D. 12 m

- E. 15 m
17. Sebuah sirine rata-rata menimbulkan taraf intensitas 100 dB. Berapa taraf intensitas yang ditimbulkan oleh 10 buah sirine secara bersamaan?
- A. 105 dB
B. 110 dB
C. 115 dB
D. 120 dB
E. 130 dB
18. Pada jarak 3 m dari sumber ledakan terdengar bunyi dengan taraf intensitas 50 dB. Pada jarak 30 m dari sumber bunyi terdengar dengan taraf intensitas ... dB
- A. 5
B. 20
C. 30
D. 35
E. 45
19. Dua buah bunyi yang masing-masing memiliki frekuensi 650 Hz dan 632 Hz berbunyi serempak. Banyaknya layangan perdetik adalah....
- A. 15 layangan
B. 16 layangan
C. 18 layangan
D. 19 layangan
E. 20 layangan
20. Mobil A mendekati pengamat P (diam) dengan kecepatan 30 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 504 Hz. Saat itu juga mobil B mendekati P dari arah yang berlawanan dengan A, pada kecepatan 20 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 518 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara saat ini 300 m/s, frekuensi layangan yang didengar P adalah....
- A. 14 Hz
B. 10 Hz
C. 7 Hz

- D. 5 Hz
- E. 4 Hz

ESSAY

1. Dua buah senar yang identik memberikan nada dasar dengan frekuensi 400 Hz, maka berapa nilai frekuensi nada atas kedua yang terjadi ?
2. Kereta api mendekati stasiun dengan kecepatan 72 km/jam. Sambil membunyikan pluitnya dengan frekuensi 400 Hz. jika burhan berdiri di stasiun dan kecepatan bunyi di udara adalah 340 m/s, maka berapakah besar frekuensi yang di dengar Burhan?
3. Suatu ledakan didengar dari jarak 4 m dengan taraf intensitas bunyi 80 dB. Berapa taraf intensitasnya jika ledakan tersebut didengar pada jarak 40 m?
4. Tentukanlah taraf intensitas bunyi yang memiliki intensitas bunyi 10^{-9} W/m²!
5. Dua buah bunyi yang masing-masing memiliki frekuensi 545 Hz dan 549 Hz berbunyi serempak. Tentukanlah banyaknya bunyi layangan tiap sekon!

Daftar Pustaka

http://mulyawulansari.blogspot.co.id/2013/06/cepat-rambat-pada-dawai_11.html

Kanginan, Marthen.2007.*Fisika Untuk SMA Kelas XII*. Jakarta:Erlangga.

Suharyanto,dkk.2009. *Fisika Untuk SMA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Supiyanto.2007. *Fisika Untuk SMA Kelas XII*. Jakarta:PHiBETA.

Vestari, Dewi dan Erly Tjahja Widjajanto.2016. *MODUL GURU PEMBELAJAR MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA) KELOMPOK KOMPETENSI E GELOMBANG, BUNYI DAN LISTRIK STATIS*.Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA), Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.

Kunci Jawaban

Pilihan Ganda

1.	D	6.	B	11.	A	16.	C
2.	E	7.	C	12.	A	17.	B
3.	D	8.	E	13.	A	18.	C
4.	D	9.	D	14.	A	19.	C
5.	C	10.	D	15.	B	20.	A

Essay

1. Diketahui: $f_0 = 400 \text{ Hz}$

Ditanya: $f_2?$

Jawab: $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$

$$f_2 = 3 f_1 = 3 \times 400 = 1200 \text{ Hz}$$

2. Diketahui: $v_s = +72 \text{ km/jam} = +20 \text{ m/s}$ (+, karena mendekati pendengar)

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

$$f_s = 400 \text{ Hz}$$

Ditanya: $f_p?$

Jawab:

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

$$f_p = \frac{340 - 0}{340 - (+20)} \times 400 = 425 \text{ Hz}$$

3. Diketahui: $r_1 = 4 \text{ m}$

$$r_2 = 40 \text{ m}$$

$$TI_1 = 80 \text{ dB}$$

Ditanya: $TI_2?$

Jawab:

$$TI_2 - TI_1 = 10 \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$TI_2 - 80 = 10 \log \left(\frac{4}{40} \right)^2$$

$$TI_2 - 80 = 10 \log 10^{-2}$$

$$TI_2 = 80 - 20 = 60 \text{ dB}$$

4. Diketahui: $I = 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Ditanya: TI ?

Jawab:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$TI = 10 \log \frac{10^{-9}}{10^{-12}}$$

$$= 10 \log 10^3$$

$$= 30 \text{ dB}$$

5. Diketahui: $f_1 = 545 \text{ Hz}$
 $f_2 = 549 \text{ Hz}$

Ditanya: f_n ?

Jawab: $f_n = |f_1 - f_2| = |549 - 545| = 4 \text{ layangan}$