

3 GELOMBANG BUNYI

Kompetensi Dasar

- Melakukan kajian ilmiah untuk mengenali gejala dan ciri-ciri gelombang bunyi serta penerapannya dalam teknologi.

Indikator

- Memformulasikan sifat-sifat dasar gelombang bunyi
- Merancang percobaan untuk mengukur cepat rambat bunyi
- Mengklasifikasikan gelombang bunyi berdasarkan frekuensinya
- Memformulasikan tinggi nada bunyi bunyi pada alat penghasil bunyi
- Memformulasikan gejala pelaya-gan bunyi
- Mengaplikasikan peristiwa interferensi dan resonansi bunyi pada kehidupan sehari-hari
- Membuat ulasan penerapan efek Doppler bunyi pada SONAR
- Membuat ulasan penerapan bunyi pada pengujian tak merusak (NDT)
- Memformulasikan intensitas dan taraf intensitas.

PENDALAMAN MATERI

A. SIFAT DASAR BUNYI

“Bunyi merambat sebagai gelombang”, sehingga bunyi memiliki beberapa sifat, yaitu :

1. bunyi dihasilkan oleh sumber getar atau sumber bunyi, yaitu benda yang bergetar.
2. energi dari sumber bunyi dipindahkan dalam bentuk gelombang longitudinal.
3. bunyi dapat dideteksi oleh telinga atau instrumen (microphone).
4. bunyi memiliki frekuensi, periode, amplitudo dan panjang gelombang.
5. bunyi merambat melalui medium sehingga bunyi dapat mengalami pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), perpaduan (interferensi), dan pelenturan (difraksi).
6. bunyi termasuk gelombang mekanik, akibatnya bunyi hanya dapat merambat melalui medium berupa zat padat, cair dan zat gas.
7. Secara umum cepat rambat bunyi terbesar dalam zat padat, dan terkecil dalam zat gas.

B. CEPAT RAMBAT BUNYI

Bunyi memerlukan waktu untuk merambat dari satu tempat ke tempat lain. Secara matematis, cepat rambat bunyi dapat dituliskan :

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

v = cepat rambat bunyi (m/s)
s = jarak tempuh (m)
t = waktu (s)

Cepat rambat bunyi di udara sekitar 330 m/s. Karena bunyi sebagai gelombang, maka cepat rambat bunyi dapat dituliskan :

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

v = cepat rambat bunyi (m/s)
 λ = panjang gelombang bunyi (m)
T = periode (s)
f = frekuensi bunyi (HZ)

Di dalam fluida (zat cair dan udara), kecepatan gelombang bunyi sebanding dengan akar suhu mutlak medium dan dirumuskan :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

B = modulus Bulk (kg/ms²)
 ρ = kerapatan medium (kg/m³)
 γ = tetapan laplace = rasio kapasitas – panas
R = tetapan gas umum (8,314 J/mol.K)
T = suhu mutlak (K)
M = massa molar gas (gram/mol)

Jika bunyi melalui batang padat dan panjang, maka laju bunyi sebesar :

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

E = modulus Young (kg/ms²)

C. KLASIFIKASI BUNYI

Berdasarkan frekuensinya bunyi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Nada
2. Desah (noise).

Nada merupakan bunyi yang frekuensinya teratur, sedangkan desah merupakan bunyi yang frekuensinya tidak teratur. Tinggi rendah nada tergantung pada frekuensi bunyi. Semakin tinggi frekuensi, semakin tinggi nadanya. Kuat lemah nada bunyi tergantung dari amplitudonya. Semakin besar amplitudo gelombang bunyi, semakin kuat (keras) nadanya.

Berdasarkan batas pendengaran manusia, bunyi dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Infrasonic, yaitu gelombang bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz. Infrasonik

banyak dihasilkan oleh sumber getar yang cukup besar misalnya gempa.

2. Audiosonik, gelombang bunyi yang frekuensinya antara 20 – 20.000 Hz. Batas frekuensi bunyi ini dapat ditangkap oleh telinga manusia normal.
3. Ultrasonik, gelombang bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz. Ultrasonik biasanya dihasilkan oleh getaran kristal kuarsa dalam suatu medan listrik. Secara alami pemancar dan penerima ultrasonic dimiliki oleh anjing dan kelelawar, sehingga kedua hewan tersebut dapat mendengar bunyi ultrasonic ini dari 500000 – 100000 Hz.

Ultrasonik dapat dimanfaatkan antara lain dalam kehidupan sehari-hari, pada :

1. kaca mata tuna netra
2. fatometer (alat pengukur kedalaman laut). Kedalaman laut dapat di hitung dengan dengan persamaan :

$$h = \frac{v \cdot \Delta t}{2}$$

h = kedalaman laut (m)

v = cepat rambat bunyi (m/s)

Δt = selang waktu pengiriman dan penerimaan pulsa ultrasonic (s)

3. pulsa ultrasonic dapat mendeteksi keretakan sambungan las logam
4. pemeriksaan USG (ultrasonografi)
5. Bor ultrasonic digunakan untuk membuat berbagai ukuran lubang gelas dan baja pada industri.
6. Gelombang ultrasonic yang dipancarkan oleh kelelawar memungkinkan hewan ini dapat terbang di malam hari tidak mengalami tabrakan.

D. EFEK DOPPLER

Efek Doppler merupakan gejala tentang perbedaan frekuensi bunyi yang terdengar dari sebuah sumber bunyi. Suatu sumber bunyi bergerak ke arah pendengar, nada terdengar lebih tinggi dibandingkan ketika sumber bunyi itu diam, sebaliknya bila sumber bunyi bergerak menjauhi pendengar akan terdengar nada yang lebih rendah. Fenomena ini dikenal dengan efek Doppler, dan terjadi untuk semua jenis gelombang.

Besarnya frekuensi bunyi yang terdengar dari sebuah sumber bunyi adalah :

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

f_p = frekuensi bunyi yang terdengar (Hz)

f_s = frekuensi bunyi yang dihasilkan - sumber bunyi (Hz)

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

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s).

Perjanjian tanda + dan – pada rumus Doppler adalah sebagai berikut :

- tanda + jika pendengar mendekati sumber bunyi atau sumber bunyi menjauhi pendengar.
- Tanda – jika pendengar menjauhi sumber bunyi atau sumber bunyi mendekati pendengar.

Jika ada angin yang berhembus dengan kecepatan v_a , maka cepat rambat bunyi akan berpengaruh. Bila arah angin dari sumber bunyi ke arah pendengar maka v_a bertanda + (positif) dan sebaliknya.

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

Materi Pengayaan :

Efek Doppler juga terjadi pada jenis gelombang lain, misalnya cahaya, rumus pergeseran frekuensi tidak sama tetapi efek yang ditimbulkannya sama. Aplikasi yang lain adalah dalam astronomi yang dikenal dengan pergeseran merah., dimana cahaya dari galaksi – galaksi tersebut bergeser ke arah frekuensi rendah dalam cahaya tampak. Makin besar pergeseran frekuensinya menunjukkan makin besar kecepatan menjauhnya. Semakin cepat galaksi bergerak menjauh, semakin jauh galaksi tersebut. Peristiwa efek Doppler jika laju sumber bunyi lebih besar dari laju bunyi maka akan terjadi gelombang kejut (shock wave).

A. PELAYANGAN BUNYI

Bunyi yang terdengar beralun kuat dan lemah, menunjukkan amplitudonya berubah – ubah. Perubahan amplitudo yang menyebabkan perubahan kuat dan lemah bunyi secara periodik disebut pelayangan / layangan bunyi. Terjadi pada dua gelombang bunyi yang perbedaan frekuensinya sangat kecil dan saling berinterferensi.

Jika dua gelombang bunyi yang frekuensinya hampir sama, maka interferensinya (superposisi) kedua gelombang akan menghasilkan gelombang lain yang amplitudonya maksimal dan minimal yang berurutan berubah terhadap waktu (periodik).

Secara matematis jumlah layangan tiap detik selisih kedua frekuensi tersebut dan dinyatakan f_l :

$$f_l = | f_1 - f_2 |$$

f_l = frekuensi pelayangan (Hz)

f_1 = frekuensi bunyi pertama (Hz)

f_2 = frekuensi bunyi kedua (Hz)

Contoh Soal

Bila dua sumber bunyi masing – masing dengan frekuensi 2000 Hz dan 2008 Hz berbunyi dengan serentak, hitung frekuensi pelayangan bunyi !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} f_1 &= f_1 - f_2 \\ &= 2000 \text{ Hz} - 2008 \text{ Hz} \\ &= 8 \text{ Hz} \end{aligned}$$



1. Pada suatu saat terjadi kilat, 10 detik kemudian terdengar guntur. Tentukan jarak tempat asal kilat dari pengamat jika cepat rambat bunyi di udara 320 m/s !
2. Selang waktu pengiriman dan penerimaan pulsa ultrasonic yang terdeteksi oleh alat fathometer adalah 1,6 detik. Tentukan kedalaman air di bawah kapal yang membawa alat tersebut, jika cepat rambat bunyi dalam air 520 m/s !.
3. Hitung laju bunyi di udara pada suhu 0°C jika $\gamma = 1,67$ dan $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$!
4. Frekuensi bunyi yang didengar manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz. Jika laju bunyi di udara 340 m/s, hitung rentang panjang gelombang bunyi tersebut !
5. Hitung laju bunyi di dalam air yang modulus Bulk air $2 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ dan massa jenisnya 1 gr/cm^3 !
6. Wati memukul pipa aluminium. Jika modulus Young pipa aluminium $7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenisnya $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, tentukan laju bunyi dalam pipa !
7. Sumber bunyi bergerak dengan kecepatan 20 m/s menjauhi pendengar yang diam. Jika frekuensi sumber bunyi 720 Hz dan kecepatan perambatan bunyi di udara saat itu 340 m/s, tentukan frekuensi bunyi yang terdengar pendengar !
8. Seseorang berdiri di tepi jalan. Dari kejauhan datang sebuah ambulance dengan kelajuan 72 km/jam mendekati orang tersebut, lalu melewati dan menjauhi orang tersebut. Jika frekuensi bunyi sirine yang dikeluarkan ambulance 2304 Hz dan kecepatan bunyi di udara 340 m/s, tentukan frekuensi bunyi sirine yang didengar orang tersebut pada saat :
 - a. ambulance mendekati orang
 - b. ambulance menjauhi orang
9. Dua mobil A dan B bergerak berlawanan arah dengan kelajuan 36 km/jam dan 72 km/jam. Pada saat bersamaan, kedua mobil membunyikan klakson dengan frekuensi sama 1056 Hz. Jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s, tentukan :
 - a. frekuensi bunyi klakson mobil A oleh sopir mobil B
 - b. frekuensi bunyi klakson mobil B oleh sopir mobil A
10. Sebuah kereta api membunyikan sirine dengan frekuensinya 600 Hz bergerak dengan kecepatan 20 m/s mendekati stasiun. Jika laju bunyi di udara 340 m/s, tentukan frekuensi bunyi sirine yang terdengar oleh seseorang yang duduk di stasiun, jika :
 - a. tidak ada angin

- b. ada angin dengan laju 10 m/s searah kereta api
- c. ada angin dengan laju 10 m/s berlawanan kereta api

11. Sebuah mobil Polisi bergerak 30 m/s sambil membunyikan sirine mengejar sepeda motor yang melaju dengan kecepatan 20 m/s. Pengendara sepeda motor mendengar bunyi sirine mobil polisi dengan frekuensi 640 Hz. Jika laju bunyi di udara 340 m/s, tentukan frekuensi bunyi sirine mobil polisi !
12. Sebuah garputala dengan frekuensi 440 Hz dimainkan secara bersamaan dengan garputala lain yang frekuensinya 437 Hz. Berapa layangan yang terjadi dalam selang waktu 10 detik ?

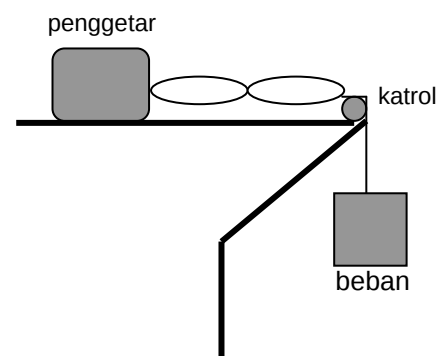
E. RESONANSI SUMBER BUNYI

Resonansi merupakan peristiwa ikut bergetarnya suatu benda yang disebabkan oleh benda lain yang bergetar. Setiap benda mempunyai frekuensi alamiah. Jika benda lain yang berada di sekitar benda tersebut bergetar dengan frekuensi getaran yang sama dengan frekuensi alamiah benda, maka akan terjadi resonansi. Sebuah gelas yang berada dekat dengan pengeras suara, maka pada frekuensi tertentu gelas dapat bergetar, karena frekuensi getaran pengeras suara beresonansi dengan frekuensi alamiah gelas, sehingga terjadi resonansi.

Sumber bunyi adalah sesuatu benda yang dapat menghasilkan bunyi. Beberapa sumber bunyi yang kita pelajari adalah sebagai berikut :

1. Resonansi Pada Dawai

Getaran pada dawai gitar atau biola merupakan gelombang stasioner ujung terikat. Cepat rambat gelombang pada dawai dapat dihitung dengan menggunakan sonometer (percobaan Melde) sebagai berikut :



Besarnya cepat rambat gelombang pada dawai adalah :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot l}{m_t}} = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$$

v = cepat rambat gelombang (m/s)

F = gaya tegang tali / berat beban (N)

μ = massa per satuan panjang tali (kg/m)

$$\left(\mu = \frac{m_t}{l} \right)$$

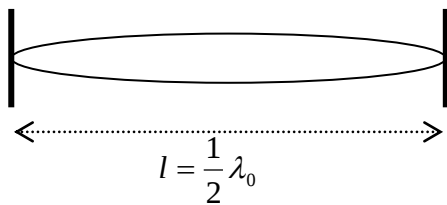
l = panjang tali (m)

ρ = massa jenis tali (kg/m³)

A = luas penampang tali (m²)

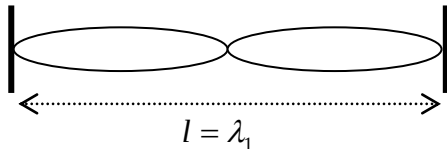
Dawai yang dipetik akan menghasilkan nada dengan berbagai frekuensi resonansi, sebagai berikut :

a. nada dasar (*harmonik pertama*)



Sehingga : $f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2.l}$

b. nada atas pertama (*harmonik kedua*)



Sehingga : $f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l}$

c. nada atas kedua (*harmonik ke tiga*)
Dengan gambar yang sama, terjadi 3 buah perut, 4 simpul dengan, dengan

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

Gambarlah :

Sehingga : $f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3.v}{2.l}$

Kesimpulan :

a. Frekuensi nada dasar dan nada-nada atas dawai berbanding sebagai bilangan bulat

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

b. Besarnya frekuensi yang dihasilkan dawai memenuhi *Hukum Marsene* berikut :

$$f_n = (n+1).f_0 = \frac{(n+1).v}{2.l} = \frac{(n+1)}{2.l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$l = (n+1). \frac{1}{2} \lambda_n$$

f_n = frekuensi nada ke-n (Hz)
 f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

l = panjang dawai (m)

λ_n = panjang gelombang nada ke-n

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

$n = 0$ untuk nada dasar

$n = 1$ untuk nada atas pertama

$n = 2$ untuk nada atas kedua, dst.

c. Hubungan jumlah perut dan simpul adalah :

$\Sigma p = n + 1$
 $\Sigma s = n + 2$
 $\Sigma s = \Sigma p + 1$

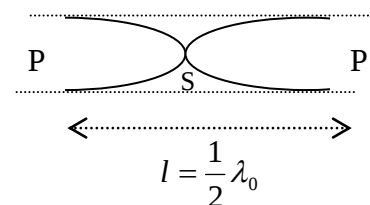
Σp = jumlah perut

Σs = jumlah simpul

2. Resonansi Pada Pipa Organa Terbuka(POP)

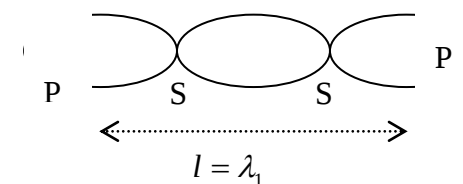
Pipa organa adalah alat yang menggunakan kolom udara sebagai sumber getar, seperti suling dan terompet. Pipa organa terbuka merupakan alat tiup berupa tabung yang kedua penampangnya terbuka. Pola gelombang yang dihasilkan pipa organa terbuka adalah :

a. Nada Dasar

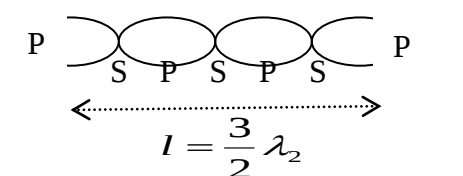


b. Nada Atas Pertama

Nada atas pertama terjadi 3 perut dan 2 simpul.



c. Nada Atas Kedua



Sama dengan resonansi pada dawai, maka :

a. Frekuensi nada dasar dan nada-nada atas pipa organa terbuka berbanding sebagai bilangan bulat dan memenuhi *hukum I Bernoulli* berikut :

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

- b. Besarnya frekuensi yang dihasilkan pipa organa terbuka (POB)

$$f_n = (n+1) \cdot f_0 = \frac{(n+1) \cdot v}{2 \cdot l}$$

$$l = (n+1) \cdot \frac{1}{2} \lambda_n$$

f_n = frekuensi nada ke-n (Hz)
 f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)
 l = panjang kolom udara (m)
 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 $n = 0$ untuk nada dasar
 $n = 1$ untuk nada atas pertama
 $n = 2$ untuk nada atas kedua, dst.

- c. Hubungan jumlah perut dan simpul adalah :

$$\Sigma p = n + 2$$

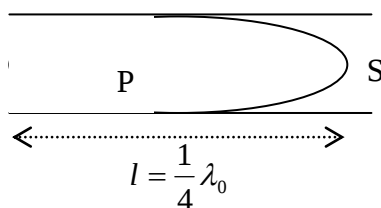
$$\Sigma s = n + 1$$

$$\Sigma p = \Sigma s + 1$$

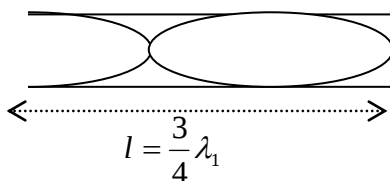
3. Resonansi Pada Pipa Organa Tertutup (POT)

Pipa organa tertutup merupakan alat tiup berupa tabung yang salah satu ujungnya terbuka dan ujung lain tertutup. Pola gelombang pada pipa organa tertutup adalah :

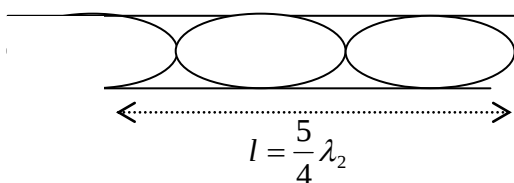
- a. Nada Dasar



- b. Nada Atas Pertama



- c. Nada Atas Kedua



Dari pola gelombang tersebut disimpulkan bahwa :

- a. Frekuensi nada dasar dan nada-nada atas dawai berbanding sebagai bilangan bulat dan memenuhi hukum II Bernoulli berikut :

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

- b. Besarnya frekuensi yang dihasilkan pipa organa tertutup (POT)

$$f_n = (2n+1) \cdot f_0 = \frac{(2n+1) \cdot v}{4 \cdot l}$$

$$l = (2n+1) \cdot \frac{1}{4} \lambda_n$$

f_n = frekuensi nada ke-n (Hz)
 f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)
 l = panjang kolom udara (m)
 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 $n = 0$ untuk nada dasar
 $n = 1$ untuk nada atas pertama
 $n = 2$ untuk nada atas kedua, dst.

- c. Jumlah perut dan simpul adalah sama.

$$\Sigma p = \Sigma s$$

F. ENERGI GELOMBANG BUNYI

Gelombang merupakan getaran yang merambat dalam suatu medium. Energi getaran merambat dari satu partikel ke partikel lain sepanjang medium, walaupun partikelnya sendiri tidak berpindah. Besarnya energi gelombang bunyi adalah :

$$E = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \omega^2 \cdot A^2$$

E = energi (Joule)
 $k = m \cdot \omega^2$ = konstanta (N/m)
 m = massa (kg)
 ω = frekuensi sudut = kecepatan sudut (rad/s)
 A = amplitudo gelombang (m)

INTENSITAS BUNYI

Besarnya energi gelombang yang dipindahkan per satuan luas per satuan waktu disebut **intensitas gelombang**. Besarnya intensitas gelombang bunyi adalah :

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A}$$

I = intensitas bunyi ($\text{J/m}^2 \cdot \text{s} = \text{Watt/m}^2$)
 t = waktu (s)
 P = daya bunyi (watt)
 $A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$ = luas penampang medium (m^2)
 r = jarak (m)

(Dalam hal ini medium yang dapat menangkap gelombang suara yang berjarak r dari sumber bunyi dianggap berupa daerah seluas kulit bola dengan pusat bola sama dengan sumber bunyi).

TARAF INTENSITAS BUNYI (TI)

Yaitu logaritma perbandingan antara intensitas bunyi dengan intensitas ambang pengengaran manusia. Intensitas bunyi terendah yang masih dapat didengar oleh telinga manusia disebut intensitas ambang pendengaran (I_0) yang besarnya 10^{-12} W/m^2 . Intensitas bunyi tertinggi

yang masih dapat didengar manusia tanpa rasa sakit disebut intensitas ambang perasaan yang besarnya 1 W/m^2 .

Besarnya taraf intensitas bunyi adalah :

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

TI = taraf intensitas bunyi (desi Bell = dB)

I = intensitas bunyi (W/m^2)

I_0 = Intensitas ambang (10^{-12} W/m^2)

Jika terdapat n buah sumber bunyi identik yang taraf intensitasnya TI , maka taraf intensitas total dari n buah sumber bunyi (berbunyi bersamaan) tersebut adalah :

$$TI_{\text{tot}} = TI_1 + 10 \cdot \log n$$

TI_{tot} = taraf intensitas total (dB)

TI_1 = taraf intensitas sebuah sumber bunyi (dB)

n = jumlah sumber bunyi

Hubungan taraf intensitas suatu sumber bunyi pada jarak r_1 dan r_2 dari sumber bunyi adalah :

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

TI_2 = taraf intensitas bunyi pada jarak r_2

TI_1 = taraf intensitas bunyi pada jarak r_1

r_1 dan r_2 = jarak pendengaran (m)

Contoh Soal

Frekuensi nada dasar suatu pipa organa terbuka adalah 260 Hz. Lalu pipa ditiup dan terdengar nada atas pertama. Sebuah senar memberikan frekuensi 400 Hz bila panjangnya 50 cm. Senar ini dipendekkan menjadi 38 cm dan digetarkan pada tegangan yang sama. Tentukan frekuensi layangan antara senar dan pipa !

Penyelesaian :

- Pipa organa terbuka

$$f_n = (n+1) \cdot f_0 = (1+1) \cdot 260 = 520 \text{ Hz}$$

$$\text{Jadi } f_{\text{pipa}} = 520 \text{ Hz}$$

- Senar

$$f_n = (n+1) \cdot \frac{v}{2l}$$

Jadi :

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$f_2 = \frac{f_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{50 \cdot 400}{38} = 526 \text{ Hz}$$

$$\text{Jadi } f_{\text{senar}} = 526 \text{ Hz}$$

- Frekuensi layangan kedua sumber bunyi :

$$f_l = f_{\text{senar}} - f_{\text{pipa}} = 526 - 520 = 6 \text{ Hz}$$

Uji Kompetensi

- Pada suatu percobaan dengan sonometer terjadi resonansi nada dasar senar dengan frekuensi 440 Hz. Jika panjang senar 20 cm dan gaya tegang senar 20 N, tentukan :
 - kecepatan rambat gelombang
 - panjang senar agar terjadi resonansi berfrekuensi 330 Hz dengan gaya tegang senar tetap
- Sepotong dawai panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram/cm dijepit kedua ujungnya dan terentang tegang dengan tegangan 800 N. Tentukan frekuensi nada atas pertama yang dihasilkan !
- Seutas dawai menghasilkan nada dasar 45 Hz, lalu dawai diperpendek 6 cm tanpa mengubah tegangan dihasilkan frekuensi 55 Hz. Jika dawai diperpendek lagi lagi 3 cm, tentukan frekuensi terakhir yang dihasilkan !
- Sebuah pipa organa terbuka panjangnya 60 cm menghasilkan bunyi dengan pola gelombang yang memiliki 3 simpul. Nada pipa organa tersebut beresonansi dengan pipa organa tertutup lain yang membentuk 3 simpul. Tentukan panjang pipa organa tertutup tersebut !
- Sebuah pipa organa tertutup panjangnya 72 cm, cepat rambat bunyi 288 m/s. Tentukan frekuensi nada dasar, nada atas pertama dan nada atas kedua !
- Tentukan panjang pipa organa terbuka yang dapat beresonansi dengan garputala yang bergetar dengan frekuensi 170 Hz, jika kecepatan bunyi di udara 340 m/s !
- Frekuensi nada atas pertama pipa organa terbuka 500 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, tentukan : frekuensi nada dasar dan nada atas kedua yang dihasilkan pipa !
- Sebuah tabung tertutup pada salah satu ujungnya ditiup menghasilkan nada dasar berfrekuensi 512 Hz. Jika ujung tertutup dibuka, tentukan frekuensi nada dasarnya ?
- Hitung taraf intensitas bunyi yang intensitasnya 10^{-2} W/m^2 !
- Berapa perbandingan intensitas dari dua sumber bunyi jika taraf intensitasnya berbeda 8 dB !
- Jarak A ke sumber gempa dua kali jarak B ke sumber gempa. Jika intensitas gempa di B sama dengan 8000 W/m^2 , berapa besar intensitas gempa di titik A ?
- Taraf intensitas bunyi yang dihasilkan oleh sebuah mesin jahit adalah 40 dB. Berapa taraf intensitas yang dihasilkan oleh 10 buah mesin jahit identik yang bekerja bersamaan ?
- Sebuah sirine menghasilkan bunyi dengan taraf intensitas 40 dB. Jika beberapa jenis sirine sejenis dibunyikan bersama menghasilkan bunyi yang taraf intensitasnya 60 dB. Berapa banyak sirine tersebut ?
- Taraf intensitas bunyi yang diterima pada jarak 3,5 m adalah 110 dB. Berapa dB taraf intensitas bunyi tersebut pada jarak 3500 m ?

Evaluasi

1. Gelombang bunyi dengan frekuensi 256 Hz merambat di udara dengan kecepatan 330 m/s. Kecepatan rambat bunyi di udara dengan frekuensi 512 Hz di udara adalah ... Hz.
 - a. 22,5
 - b. 165
 - c. 330
 - d. 660
 - e. 1320
2. Pada ketinggian tertentu terjadi petir. Bunyi guntunya terdengar 1,5 s setelah kilatan cahaya. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan kecepatan cahaya di udara $3 \cdot 10^8$ m/s, maka jarak sumber petir ke pengamat adalah ... m
 - a. 267
 - b. 510
 - c. 1240
 - d. $1,5 \cdot 10^8$
 - e. $4,5 \cdot 10^8$
3. Sebuah sumber bunyi frekuensinya 1024 Hz bergerak mendekati seorang pengamat dengan kecepatan 34 m/s. Cepat rambat bunyi di udara 340 m/s. Jika pengamat menjauhi sumber bunyi dengan kecepatan 17 m/s, maka frekuensi bunyi yang didengar pengamat adalah ... Hz
 - a. 170
 - b. 340
 - c. 460
 - d. 680
 - e. 920
4. Seorang penerbang yang pesawatnya menuju menara bandara mendengar bunyi sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Jika sirine memancarkan bunyi dengan frekuensi 1700 Hz, dan cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka kecepatan pesawat udara tersebut adalah ... m/s
 - a. 196
 - b. 200
 - c. 216
 - d. 220
 - e. 236
5. Fathometer mencatat selang waktu 2 s sejak pulsa ultrasonic dikirim hingga diterima kembali. Cepat rambat bunyi dalam air 1500 m/s. Kedalaman laut adalah ... m
 - a. 1000
 - b. 1250
 - c. 1500
 - d. 2000
 - e. 3000
6. Sebuah dawai ditegangkan dengan beban tertentu dan digetarkan, sehingga terjadi getaran yang merambat dengan kecepatan v . Jika panjang tali dibuat 4 kali semula, maka kecepatan rambat gelombang menjadi ...
 - a. v
 - b. $2v$
 - c. $3v$
 - d. $4v$
 - e. $5v$
7. Jika tegangan seutas dawai gitar di perbesar 4 kali semula, maka frekuensi nadanya menjadi ...
 - a. 2 kali lebih besar
 - b. 2 kali lebih kecil
 - c. 4 kali lebih besar
 - d. 4 kali lebih kecil
 - e. 16 kali lebih kecil
8. Intensitas bunyi dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar ...
 - a. ruangan
 - b. jarak dari pendengar ke sumber
 - c. periode
 - d. daya sumber bunyi
 - e. jari-jari sumber bunyi
9. Sepotong dawai menghasilkan nada dasar f . Jika dipendekkan 8 cm tanpa mengubah tegangan dihasilkan frekuensi $1,25 f$. Jika dawai dipendekkan 2 cm lagi, maka frekuensi yang dihasilkan adalah ...
 - a. $2f$
 - b. $1,5f$
 - c. $1,33f$
 - d. $1,25f$
 - e. f
10. Sepotong dawai panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram dijepit kedua ujungnya dan terentang tegang dengan tegangan 800 N. Frekuensi nada atas kedua yang dihasilkan adalah ... Hz.
 - a. 125
 - b. 150
 - c. 250
 - d. 300
 - e. 375
11. Nada atas pertama pipa organa terbuka yang panjangnya 40 cm beresonansi dengan pipa organa tertutup. Jika pada saat terjadi resonansi jumlah simpul pada kedua pipa sama, maka panjang pipa organa tertutup adalah ...
 - a. 20
 - b. 30
 - c. 40
 - d. 50
 - e. 60
12. Agar taraf intensitas bunyi berkurang 20 dB, maka jarak titik ke suatu sumber bunyi harus dijadikan kalinya
 - a. 200
 - b. 100
 - c. 20
 - d. 10
 - e. 2
13. Pipa organa terbuka A dan pipa organa tertutup B mempunyai panjang sama. Perbandingan frekuensi nada atas pertama antara pipa A dan B adalah ...
 - a. 1:1
 - b. 1:3
 - c. 2:1
 - d. 2:3
 - e. 3:1
14. Sebuah sumber gelombang bunyi dengan daya 50 W memancarkan gelombang ke sekelilingnya. Intensitas radiasi gelombang pada jarak 10 m adalah ... W/m^2
 - a. 0,04
 - b. 400
 - c. 40
 - d. 4000
 - e. 200

15. Jarak A ke sumber bunyi adalah dua per tiga kali jarak B ke sumber bunyi. Jika intensitas bunyi di A adalah I , maka intensitas di B adalah ...
- $\frac{1}{3}I$
 - $\frac{4}{9}I$
 - $\frac{2}{3}I$
 - $\frac{3}{2}I$
 - $\frac{9}{4}I$
16. Pada jarak 3 m taraf intensitas bunyi terdengar 50 dB. Taraf intensitas bunyi pada jarak 30 m dari sumber ledakan adalah ... dB
- 5
 - 20
 - 30
 - 35
 - 45
17. Taraf intensitas sebuah mesin 50 dB. Jika 50 mesin dihidupkan bersama-sama, maka taraf intensitasnya menjadi ... dB ($\log 5 = 0,7$)
- 20
 - 50
 - 57
 - 67
 - 77
18. Taraf intensitas sebuah mesin 60 dB. Jika taraf intensitas beberapa mesin sejenis yang berbunyi serentak besarnya 80 dB, jumlah mesin tersebut adalah Buah
- 200
 - 140
 - 100
 - 20
 - 10
19. Dua pipa organa terbuka panjangnya 1 m dan 1,02 m menghasilkan 3,3 layangan per sekon. Ketika keduanya berbunyi pada nada dasarnya, cepat rambat bunyi di udara adalah ... m/s
- 330
 - 334
 - 337
 - 340
 - 345
20. Si X berdiri di samping sumber bunyi yang frekuensinya 676 Hz. Sebuah sumber bunyi lain dengan frekuensi 676 Hz mendekati si X dengan kecepatan 2 m/s. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka si X akan mendengar layangan dengan frekuensi ... Hz
- 0
 - 2
 - 4
 - 6
 - 8