

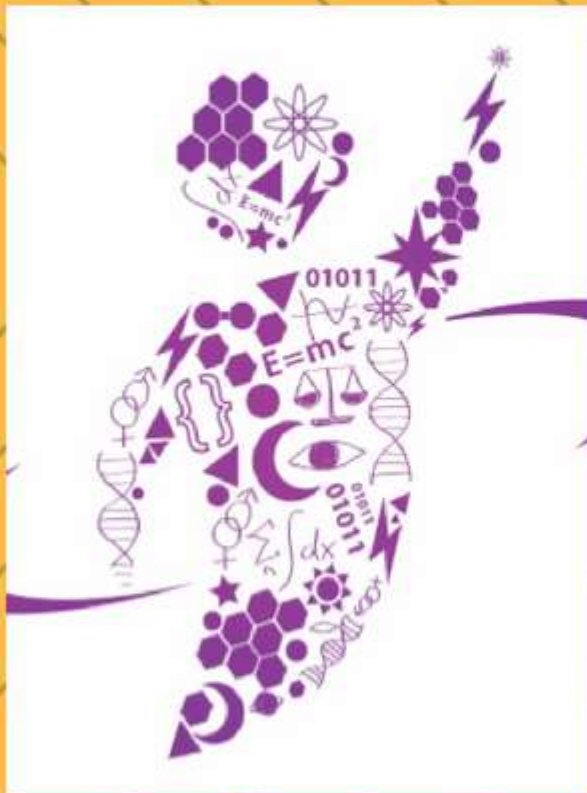
PAKET 6

PELATIHAN ONLINE

2019

**SMP
FISIKA**

po.alcindonesia.co.id



WWW.ALCINDONESIA.CO.ID

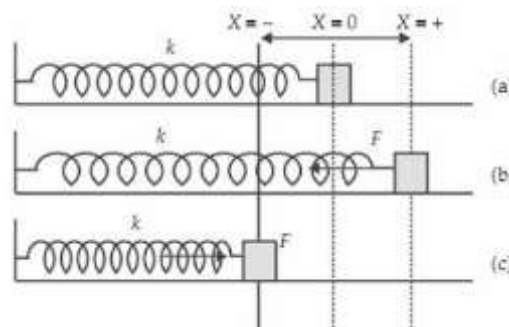
@ALCINDONESIA

085223273373

GETARAN, GELOMBANG DAN BUNYI

1. Gerak Harmonik Sederhana

Sebuah Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak-balik benda melalui suatu titik kesetimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu konstan. Gerak harmonik dapat dinyatakan dengan grafik posisi partikel sebagai fungsi waktu berupa sinus atau kosinus. Contoh gerak harmonik antara lain adalah gerakan benda yang tergantung pada sebuah pegas, dan gerakan sebuah bandul. Untuk memahami getaran harmonik, kita dapat mengamati gerakan sebuah benda yang diletakkan pada lantai licin dan diikatkan pada sebuah pegas (Gambar 1).



Gambar 1. Gerak benda pada lantai licin dan terikat pada pegas untuk posisi normal (a), teregang (b), dan tertekan (c)

Anggap mula-mula benda berada pada posisi $X = 0$ sehingga pegas tidak tertekan atau teregang. Posisi seperti ini dinamakan posisi keseimbangan. Jika benda ditarik ke kanan kemudian dilepaskan, maka pegas akan menarik benda kembali ke arah posisi keseimbangan ($X = +$). Sebaliknya, ketika benda ditekan ke kiri ($X = -$) kemudian dilepaskan, maka pegas akan mendorong benda ke kanan, menuju posisi keseimbangan. Gaya yang dilakukan pegas untuk mengembalikan benda pada posisi keseimbangan disebut gaya pemulih. Besarnya gaya pemulih menurut Robert Hooke dirumuskan sebagai berikut.

$$F_p = -Kx$$

Tanda minus menunjukkan bahwa gaya pemulih selalu pada arah yang berlawanan dengan simpangannya. Jika digabungkan persamaan di atas dengan hukum II Newton, maka diperoleh persamaan berikut.

$$F_p = -kX = ma \quad \text{atau} \quad a = -\left(\frac{k}{m}\right)x$$

1.1. Periode Frekuensi Gerakan Harmonik pada Pegas

Pada dasarnya, gerak harmonik merupakan gerak melingkar beraturan pada salah satu sumbu utama. Oleh karena itu, periode dan frekuensi pada pegas dapat

dihitung dengan menyamakan antara gaya pemulih ($F = -kX$) dan gaya sentripetal ($F = -4\pi^2 m f^2 X$).

$$-4\pi^2 m f^2 X = -kx$$

$$4\pi^2 m f^2 = k$$

Jadi frekuensinya dan periodenya adalah

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ dan } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

1.2. Simpangan Getaran Harmonik

$$Y = A \sin \theta = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi t}{T}$$

Keterangan

Y = simpangan gerak harmonik sederhana (m)

A = amplitude (m)

T = periode (s)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

t = waktu (s)

Besar sudut (θ) dalam fungsi sinus disebut sudut fase. Jika partikel mulamula berada pada posisi sudut θ_0 , maka persamaanya dapat dituliskan sebagai berikut

$$Y = A \sin \theta = A \sin(\omega t + \theta_0) = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \theta_0\right)$$

1.3. Kecepatan Getaran Harmonik

Kecepatan benda yang bergerak harmonik sederhana dapat diperoleh dari turunan pertama persamaan simpangan.

$$v_y = \omega A \cos \omega t$$

Karena nilai maksimum dari fungsi cosinus adalah satu, maka kecepatan maksimum (v_{maks}) gerak harmonik sederhana adalah sebagai berikut.

$$v_{maks} = \omega A$$

1.4. Percepatan Getaran Harmonik

Percepatan benda yang bergerak harmonik sederhana dapat diperoleh dari turunan pertama persamaan kecepatan atau turunan kedua persamaan simpangan.

$$a_y = -\omega^2 Y$$

1.5. Energi Kinetik Harmonik Sederhana

$$E_K = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2 \omega t$$

1.6. Energi Potensial Harmonik Sederhana

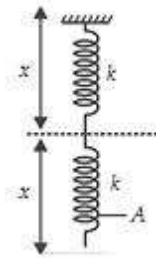
$$E_p = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

1.7. Energi Mekanik Harmonik Sederhana

$$E_M = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

1.8. Susunan Pegas

1.8.1. Susunan Seri

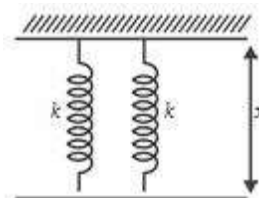


Gambar 1. Pegas disusun seri.

Jika dua buah pegas disusun secara seri seperti terlihat pada Gambar di atas, maka panjang pegas menjadi $2X$. Oleh karena itu, persamaan pegasnya (k_s) menjadi seperti berikut.

$$k_s = \frac{EA}{2X} = \frac{1}{2} \left(\frac{EA}{X} \right) = \frac{1}{2} k$$

1.8.2. Susunan Paralel

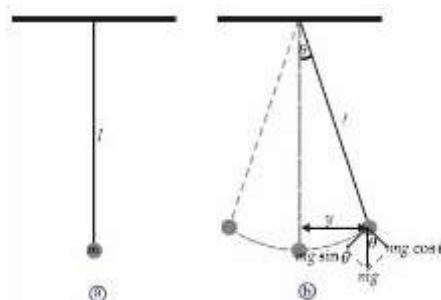


Gambar 2. Pegas disusun paralel.

Jadi, untuk dua buah pegas yang disusun secara paralel, tetapan pegasnya (k_p) menjadi seperti berikut.

$$k_p = \frac{E(2A)}{X} = 2 \left(\frac{EA}{X} \right) = 2k$$

1.9. Bandul Sederhana



Sebuah beban bermassa m tergantung pada seutas kawat halus kaku sepanjang A dan massanya dapat diabaikan. Apabila bandul itu bergerak vertikal dengan membentuk sudut θ , seperti terlihat pada Gambar b, gaya pemulih bandul tersebut adalah $mg \sin \theta$. Secara matematis dapat dituliskan

$$F = -mg \sin \theta$$

$$F = -mg\left(\frac{y}{l}\right)$$

Periode dan frekuensi bandul sederhana dapat dihitung dari rumus sebagai berikut

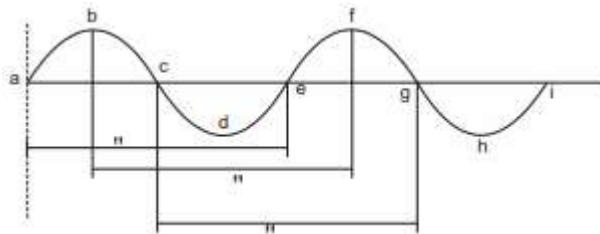
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \text{ atau } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

2. Gelombang Mekanik

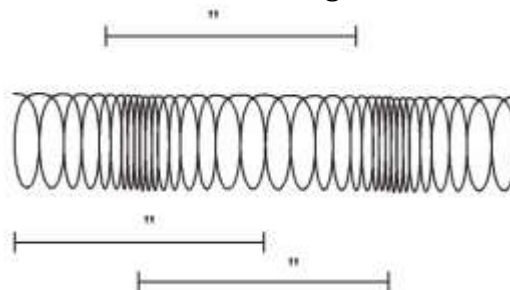
Berdasarkan arah rambat dan arah getarnya, gelombang dibedakan atas gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya

2.1. Panjang Gelombang

abcde, bcdef, cdefg, dan seterusnya adalah satu gelombang. Gambar 1.4 Panjang gelombang Panjang a-e, b-f, c-g, d-h, dan seterusnya adalah panjang satu gelombang atau sering disebut panjang gelombang ($\lambda =$ dibaca lamda). Pada gambar di atas maka $\lambda =$. Untuk gelombang longitudinal, panjang satu gelombang adalah panjang satu rapatan dan satu regangan atau jarak " antardua rapatan yang berurutan atau jarak antara dua regangan yang berurutan " seperti pada gambar



Gambar 2,1 Gelombang transversal



Gambar 2.2 Gelombang longitudinal

2.2. Periode Gelombang (T)

Waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang

2.3. Frekuensi Gelombang (f)

Jumlah gelombang tiap sekon

2.4. Cepat Rambat Gelombang (v)

Jarak yang ditempuh gelombang tiap sekon

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ atau } v = \lambda f$$

2.5. Persamaan Gelombang Berjalan

$$y_p = A \sin(Zt \pm kx)$$

Keterangan

y_p : simpangan (m)

a : Amplitudo (m)

k : bilangan gelombang $= 2\pi/\lambda$

v : cepat rambat gelombang (m/s)

λ : panjang gelombang

t : waktu (s)

x : jarak (m)

$\frac{Z}{\omega}$: kecepatan sudut (rad/s)

f : frekuensi (Hz)

T : periode (s)

2.6. Cepat Rambat Gelombang

Untuk gelombang pada senar, berlaku hubungan

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

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

Keterangan

v : laju gelombang (m/s)

F : tegangan tali (N)

P : massa persatuan panjang tali (kg/m)

2.7. Gelombang Stasioner

Gelombang stasioner terjadi jika dua buah gelombang yang koheren dengan arah rambat yang saling berlawanan bertemu pada suatu titik, sehingga mengakibatkan terjadinya interferensi antara kedua gelombang tersebut

2.7.1. Pada Ujung Terbuka

$$y_s = 2A \cos kx \sin Zt$$

x : jarak titik dari ujung pantulan

y_s : simpangan gelombang stasioner

Besar amplitudonya adalah

$$A_s = 2A \cos kx$$

A_s : amplitudo gelombang stasioner (m)

A : amplitudo gelombang berjalan (m)

k : bilangan gelombang

x : jarak suatu titik ke titik pantul (m)

Letak perut gelombang dari dinding

$$x = \frac{(n-1)\lambda}{2}$$

$n : 1, 2, 3 \dots$ atau perut ke 1, 2, 3

Letak simpul gelombang dari dinding

$$x = \frac{(2n-1)\lambda}{4}$$

$n : 1, 2, 3 \dots$ atau simpul ke 1, 2, 3

2.7.2. Pada Ujung Terikat

$$y_s = 2A \sin kx \cos Zt$$

Letak perut gelombang dari dinding

$$x = \frac{(2n - 1)\lambda}{4}$$

Letak simpul gelombang dari dinding

$$x = \frac{(n - 1)\lambda}{2}$$

3. Bunyi

a. Cepat Rambat Gelombang pada Dawai

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

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

Keterangan:

v : cepat rambat (m/s)

F : gaya tegangan pada tali (N)

μ : massa/panjang tali (kg/m)

L : panjang tali (m)

m : massa tali (kg)

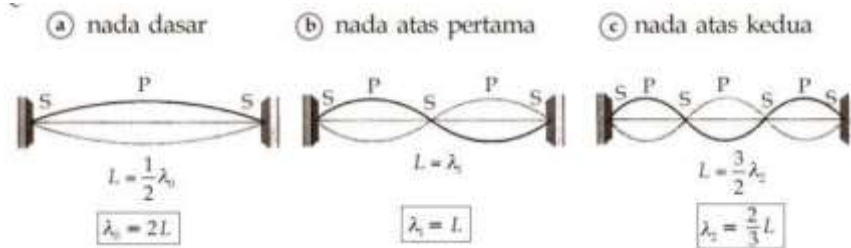
A : luas penampang (m²)

V : volume (m³)

ρ : massa jenis dawai (m)

b. Sumber Bunyi

3.b.1. Senar



Nada dasar f_0 (harmonic pertama)

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

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

Nada atas pertama f_1 (harmonic kedua)

$$l = \lambda_1$$

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

Nada atas kedua f_2 (harmonic 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 dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi. Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu $f_0 = v/2l$, $f_1 = 2(v/2l)$ dan $f_2 = 3(v/2l)$ dapat ditulis menjadi

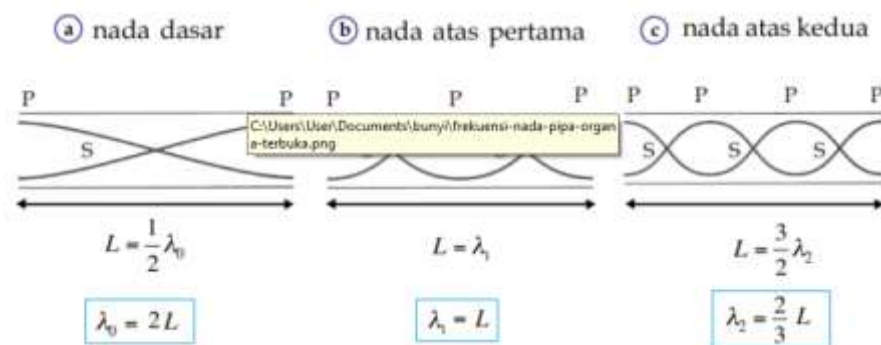
$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3$$

3.b.2. Pipa Organa

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

3.b.2.1. Pipa Organa Terbuka

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



Nada atas f_0 (harmonic pertama)

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

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

Nada atas pertama f_1 (harmonic kedua)

$$l = \lambda_1$$

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

Nada atas kedua f_2 (harmonic ketiga)

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

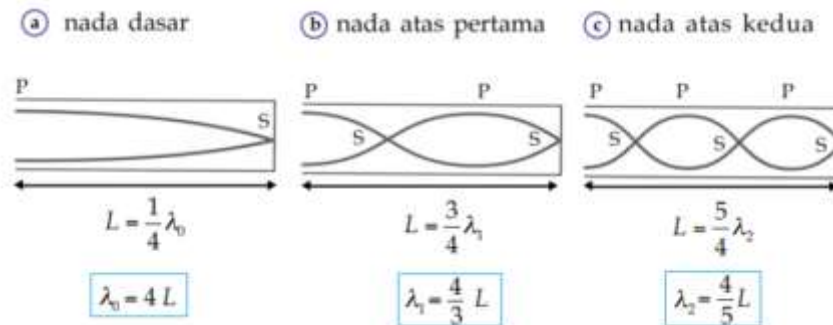
$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 3\left(\frac{v}{2l}\right)$$

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

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

3.b.2.2. Pipa Organa Tertutup

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



Nada dasar f_0 (harmonic pertama)

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

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

Nada atas pertama f_1 (harmonic kedua)

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

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

Nada atas kedua f_2 (harmonic 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

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

c. Resonansi

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

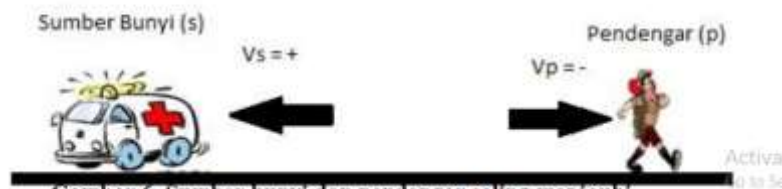
$$I_n = \frac{(2n + 1)1}{4} \lambda$$

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

d. 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*

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

f_p : frekuensi pendengar (Hz)

f_s : frekuensi sumber bunyi (Hz)

v_p : kecepatan pendengar (m/s)

v_s : kecepatan sumber bunyi ($\frac{m}{s}$)

v : cepat rambat udara (340m/s)

e. 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 r1 dan r2 dari sumber bunyi adalah

$$I_1 : I_2 = \frac{P}{4\pi r_1^2} : \frac{P}{4\pi r_2^2} = \frac{1}{r_1^2} : \frac{1}{r_2^2}$$

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

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

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

f. Taraf Intensitas Bunyi

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

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

Apabila taraf intensitas bunyi di suatu titik yang berjarak r_1 dari sumber bunyi adalah TI_1 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)

SOAL

1. Sebuah potongan gabus bergerak naik turun akibat gelombang permukaan air, jika waktu yang diperlukan untuk bergerak dari puncak ke lembah adalah 1,2 sekon. Dan jarak antar 2 puncak ialah 3 m, berapakah kecepatan rambat gelombang air tersebut.....m/s
 - a. 1
 - b. 1,25
 - c. 2,25
 - d. 3
 - e. 15
2. Seorang yang diatas tebing mengeluarkan gelombang dengan kecepatan 2 m/s, jika setelah 10 detik gelombang dipancarkan terdengar gelombang pantulannya. Berapakah tinggi tebing tersebut.....m
 - a. 5
 - b. 10
 - c. 15
 - d. 20
 - e. 25
3. Gelombang elektromagnetik dipancarkan dari sebuah handphone dengan frekuensi 2,0 Hz. Berapakah panjang gelombang, gelombang tersebut..... $\times 10^8$.m
 - a. 0,5
 - b. 1
 - c. 1,5
 - d. 2,5
 - e. 3
4. Pipa organa terbuka pajangnya 20 cm, jika cepat rambat bunyi diudara 340 m/s, berapakah frekuensi nada dasarnya?.....Hz
 - a. 850
 - b. 1650
 - c. 2450
 - d. 3250
 - e. 4050
5. Pipa organa tertutup panjangnya 40 cm menghasilkan frekuensi nada dasar yang sama frekuensi dawai. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan cepat rambat gelombang transversal dawai ialah 500 m/s. Berapakah besar frekuensi dawai tersebut.....Hz
 - a. 211,5
 - b. 212,5
 - c. 213,5
 - d. 214,5
 - e. 215,5

6. Suatu getaran menghasilkan gelombang longitudinal dengan periode $1/200$ detik. Jika panjang gelombangnya 120 cm, berapakah kecepatan rambat gelombang tersebut?
 - a. 240
 - b. 360
 - c. 480
 - d. 600
 - e. 720
7. Sebuah petasan diledakkan di suatu tempat. Pada jarak 4 m dari pusat ledakan intensitas bunyinya $= 10^{-5}$ watt/m². Tentukan intensitas bunyi pada jarak 20 m dari pusat ledakan (intensitas ambang pendengaran 10^{-12} watt/m²)..... $\times 10^{-7}$ W/m²
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 6
 - d. 8
 - e. 10
8. Sebuah gelombang dengan persamaan $y = 10\pi \sin \theta (5t - 1,25x)$, berapakah besar kecepatan gelombang tersebut?...m/s
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 6
 - d. 8
 - e. 10
9. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 20 m/s, mobil mengeluarkan bunyi klakson dan terdengar kembali oleh pengemudi setelah 2 detik. Jika cepat rambat bunyi diudara 340 m/s, berapakah jarak tebing ke mobil saat pengendara mendengar bunyi pantulan?
 - a. 300 m
 - b. 200 m
 - c. 100 m
 - d. 120 m
 - e. 240 m
10. Dawai yang massanya $0,2$ gram dan panjangnya 100 cm, salah satu ujungnya diikatkan pada sebuah garpu tala yang memberikan frekwensi 200 Hz. Jika tali membentuk empat perut gelombang, maka tegangannya ialah.....N
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
11. Sebuah bandul yang panjangnya $0,8$ m berayun harmonik sederhana, berapakah waktu yang diperlukan untuk melakukan 80 ayunan?
 - a. $32\pi\sqrt{2}$

- b. $30\pi\sqrt{2}$
 - c. $32\pi\sqrt{3}$
 - d. $30\pi\sqrt{3}$
 - e. $32\pi\sqrt{5}$
12. Sebuah mobil ambulan membunyikan sirine dengan frekuensi 640 Hz. Jika mobil ambulan bergerak dengan kecepatan 20 m/s ke arah barat, berapakah frekuensi yang didengar seorang pengendara yang bergerak ke arah timur, jika kecepatan si pengendara 10 m/s, kecepatan bunyi di udara 340 m/s dan kedua kendaraan saling berhadapan?.....Hz
- a. 350
 - b. 700
 - c. 1050
 - d. 1400
 - e. 1750
13. Berapakah intensitas bunyi yang terdengar oleh sebuah rumah yang jaraknya 9 m dari sumber bunyi, jika sumber bunyi berdaya 240 Watt?
- a. $20/49\pi$
 - b. $40/64\pi$
 - c. $60/81\pi$
 - d. $80/100\pi$
 - e. $100/121\pi$
14. Sebuah mesin menghasilkan taraf intensitas bunyi 20 dB. Pada sebuah pabrik terdapat 100 mesin, maka taraf intensitas bunyi pada pabrik itu adalah.....dB
- a. 10
 - b. 20
 - c. 30
 - d. 40
 - e. 50
15. Suatu sumber bunyi dengan frekuensi 720 Hz berlawanan arah dan menjauhi pendengar yang bergerak dengan kelajuan 25 m/s, ternyata frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar adalah 630 Hz. Jika kelajuan perambatan bunyi di udara adalah 340 m/s, maka kecepatan sumber bunyi adalah
- a. 20
 - b. 40
 - c. 60
 - d. 80
 - e. 100