BAB 12

BUNYI

A. Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelomabng longitudinal, dimanan arah rambat sama dengan arah getarannya. Bunyi merupakan hasil dari suatu getaran, misalnya kalau kita melecutkan cemeti maka akan timbul bunyi.

Sumber bunyi adalah benda yang dapat menghasikan bunyi. Contoh: berbagai alat music seperti: piano, drum, gitar, dan gamelan.

Bunyi merambat memerlukan zat perantara/medium. Menurut percobaan Von Guericke, membuktikan bahwa bunyi akan merambat dan terdengar apabila ada zat antara. Percobaan yang dilakukan ialah dengan menaruh sebuah bel yang dibunyikan di dalam sebuah tabung yang rapat. Jika udara di dalam tabung dipompa ke luar, sehingga ruang di dalam tabung menjadi hampa udara bunyi bel terdengar menjadi sanagt lemah.

Cepat rambat bunyi menurut suhu.

Berdasarkan percobaan Moll dan Van Beek (Belanda), diketahui bahwa cepat rambat bunyi di udara bergantung pada suhu udara, umpamanya:

- Pada 0^0C cepat rambat bunyi 332 m/det
- Pada 15^0C cepat rambat bunyi 340 m/det
- Pada 25^0C cepat rambat bunyi 347 m/det

Cepat rambat bunyi pad abebrapa zat.

Di samping itu sesuai dengan percobaan Von Guercke, cepat rambat bunyi bergantung dari jenis zat antara.

Cepat rambat bunyi adalah panjang gelombang kali frekuensi bunyi.

Rumus: $v = \lambda \cdot f$ atau $v = \frac{\lambda}{T}$

Ket: v = kecepatan / cepat rambat

T = perioda (waktu getaran)

t = waktu

contoh:

1. Gelombang bunyi yang panjangnya 50 m dan periodenya 2 sekon, maka cepat rambat bunyi itu?

   Dik: $\lambda = 50$ m

   T = 2 sekon

   Jawab: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{50\ m}{2\ sekon} = 25$m/s

2. Bunyi di air berkecapatn 1446 m/s, maka panjang gelombang itu dalam 2 sekon adalah….
   Dik: v = 1446 m/s
   T = 2 sekon
   Maka, $\lambda = v \cdot T = 1446$ m/s . 2 sekon = 2892 m

Peristiwa alam yang dapat menentukan hubungan cepat rambat bunyi (v), jarak sumber bunyi dangan pendengar (s), dan waktu (T) diantaranya peristiwa petir.

Contohnya:
Begitu ada kilat kita dengarkan bunyi petirnya, umpamanya setelah ada kilat, petir baru terdengar 5 sekon, maka jarak sumber petir itu dengan cepat rambat bunyi di udaara 340 m.s adalah:
Dik: t = 5 s
V = 340 m/s
Maka s = v . t = 340 m/s . 5 s = 1700 m

B. Bunyi Menurut Frekuensinya

Proses mendengar: sumber bunyi menghasilkan bunyi, merambat di udara dalam bentuk gelombang longitudinal, di tangkap daun telinga, menggetarkan selaput pendengar, di terima oleh saraf pendengar diteruskan ke otak dan otak mendengar bunyinya.
Syarat agar bunyi terdengar:
a. Ada sumber bunyi yang menghasilkan bunyi dengan frekuensi 20 sampai 20000Hz (20 Hz – 20000 KHz)
b. Ada zat antara/medium
c. Telinga yang normal

Bunyi menurut frekuensinya terdiri dari:
a. Audiosonik
b. Infrasonic
c. Ultrasonic

Infrasonic adalah bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz. Bunyi ini tidak dapat di dengar manusia, karena frekuensinya kurang dari 20 Hz. Yang dapat mendengar infrasonic di antaranya anjing dan jangkrik.

Audiosonik adalah bunyi yang dapat terdenagr oleh telinga manusia denagn frekuensi 20 Hz asmpai 20000 Hz.

Ultrasonik adalah bunyi yang frekuensinya lebih tinggi dari 20000 Hz bunyi ini tidak dapat didengar oleh manusia.

Kelelawar dan lumba – lumba dapat menimbulkan atau mendengar ultrasonic. Cara kelelawar terhindar dari tabrakan pada waktu gelap: kelelawar mengeluarkan ultrasonic

pada suatu benda, kkemudian di pantulkan kembali dan ditangkap oleh kelelawar yang menandakan di depannya ada benda.

Dalam industry modern ultttrrrasonik dimanfaatkan misalnya di pabrik susu untuk mengaduk campuran susu agar menjadi homogen , memusnahkan bakteri pembusuk pada makanan yang diawetkan, meratakan campuran besi dan timah yang dilebur dan sebagainya.

C. Nada dan Resonansi

1. Macam – macam bunyi

   Nada adalah bunyi yang mempunyai frekuensi teratur. Misalnya bunyi yang dihasilkan oleh alat – alat music dan sebagainya, sedangkan bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut desah, dan bunyi yang frekuensinya sanagt tinggi dan dalam waktu singakat disebut dentum.

2. Tinggi rendahnya bunyi atau nada

- Tinggi rendahnya bunyi atau nada ditentukan oleh frekuensi getarnya
- Bunyi yang frekuensinya besar /banyak menghasilkan bunyi yang tinggi
- Bunyi yang frekuensinya kecil/sedikit menghasilkan bunyi yang rendah
- Urutan nada dari rendah sampai tinggi: do – re – mi – fa – sol - la – si – do

  Tangga nada adalah susunan atau deret nada – nada.

1	2	3	4	5	6	7	1
Do	re	mi	fa	sol	la	si	do

  Dan seterusnya

  Jarak nada – nada itu adalah:

1	1	½	1	1	1	½

  Dalam ilmu music biasanya digunakan nada – nada, sebagai berikut:

C	D	E	F	G	A	B	C
c	d	e	f	g	a	b	c
c1	d1	e1	f1	g1	a1	b1	c1

  perbandingan frekuensi (interval nada) adalah…

c1	d1	e1	f1	g1	a1	b1	c1
24	27	30	32	36	40	45	48

  Yang digunakan sebagai nada dasar ialah nada a, yang frekuensinya sudah ditetapkan secara internasional sebesar 440 Hz.

  Contoh:

  1. Perbandingan frekuensi nada d dengan nada b adalah 27 : 45. Jika frekuensi nada d 297 Hz, maka frekuensi nada b adalah….

     Jawab: $\frac{d}{b} = \frac{d^1}{b^1}$

     $\frac{27}{45} = \frac{297}{b^1}$

$27\ x\ b^1$ = 45 x 297 Hz

$b^1 = \frac{13365}{27}$ Hz

b^1 = 495 Hz

2. Perbandingan nada c dan f adalah 24 : 32, frekuensi nada f = 352 Hz maka frekuensi nada c adalah…

   Jawab: $\frac{c}{f} = \frac{c^1}{f^1}$

   $\frac{24}{32} = \frac{c^1}{352}$

   $32\ x\ c^1$ = 24 x 352 Hz

   $c^1 = \frac{8448}{32}$ Hz

   c^1 = 264 Hz

Nama – nama interval nada:

- Prime dengan perbandingan 1 : 1
- Second dengan perbandingan 8 :9
- Terst dengan perbandingan 4 : 5
- Kwarts dengan perbandingan 3 : 4
- Quint dengan perbandingan 2 : 3
- Sext dengan perbandingan 3 : 5
- Septime dengan perbandingan 8 : 15
- Oktaf dengan perbandingan 1 : 2

Catatan:

1 oktaf di atasnya 1 : 2

1 oktaf dibawahnya 2 : 1

1 Quint di atasnya 2 : 3

1 Quint di bawahnya 3 : 2 dan seterusnya

Contohnya:

1. Nada a frekuensinya 440 Hz maka frekuensi nada satu Quint diatasnya adalah…Hz.

   Dik: frekuensi nada a (x) = 440 Hz

   Satu Quint di atasnya = 2 : 3

   Maka ferkuensi itu (y): $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$

   $\frac{440}{y}$ Hz = $\frac{2}{3}$

   2 x y = 3 x 440 Hz

   2y = 1320

   y = $\frac{1320}{2}$

   y = 660 Hz

2. Frekuensi nada c 264 Hz, maka frekuensi nada 1 Quint di bawahnya adalah…Hz

Dik: frekuensi nada a (x) = 264 Hz

Satu Quint di atasnya = 3 : 2

Maka ferkuensi itu (y): $\frac{x}{y} = \frac{3}{2}$

$\frac{264}{y}$ Hz = $\frac{2}{3}$

3 x y = 2 x 364 Hz

3y = 528

y = $\frac{528}{3}$

y = 176 Hz

3. Frekuensi nada g 397 Hz dan frekuensi nada c 264 Hz maka jenis interval nada itu termasuk…..

Dik: g = 396 Hz

c = 264 Hz

maka, $\frac{g}{c} = \frac{396:2}{264:2} = \frac{198}{132} = \frac{198:2}{132:2} = \frac{99\ ;11}{66:11} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$ = 3 : 2

interval nada yang perbandingannya 3 : 2 berarti 2 : 3 termasuk Quint

Sonometer adalah untuk menyelidiki hubungan frekuensi senar/dawai dengan panjang senar, bahan senar, dan tegangan senar.

- Semakin pendek senar, frekuensi makin tinggi
- Semakin kecil kawatnya, frekuebsinya makin tinggi
- Semakin kecil massa jenisnya frekuensi makin tinggi
- Semakin tegang senarnya, frekuensinya makin tinggi

Cara memperbesar atau mempertinggi frekuensi senar atau dawai diantaranya memendekkan senar, mengecilkan luas penampang senar, menggunakanmassa jenis senar yang kecil dan menegangkan senar.

Hukum mersenne adalah hukum yang menyatakan hubungan frekuensi nada senar atau dawai dengan menggunakan sonometer. Bunyinya: tinggi rendahnya nada pada dawai atau senar adalah:

1) Berbanding terbalik dengan panjang senar

   Rumusnya: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{I_2}{I_1}$

2) Berbanding terbalik dengan akar luas penampang senar

   Rumusnya: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{A_2}}{\sqrt{A_1}}$

3) Berbanding terbalik dengan akar massa jenis senar

   Rumusnya: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$

4) Sebanding dengan akar tegangan senar

Rumusnya: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{F_1}}{\sqrt{F_2}}$

Contoh:

1. Senar yang panjangnya 30 cm berfrekuensi 120 Hz, bila senar itu ditekan pada jarak 20 cm akan memiliki frekuensi sebesar…Hz.

   Dik: I_1 = 30 cm

   f_1 = 120 Hz

   I_2 = 20 cm

   Maka, f_2: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{I_2}{I_1}$

   $\frac{120\ Hz}{f_2} = \frac{20\ cm}{30\ cm}$

   20 f_2 = 3600 Hz

   f_2 = 180 Hz

2. Senar C dan B sama panjangnya dan sama tegangannya. Senar penampangnya 0,16 mm^2 dengan frekuensi 300 Hz dan senar B penampangnya 0,36 mm^2 akan memliki frekuensi …. Hz.

   Dik: A_1 = 0,16 mm^2

   A_2 = 0,36 mm^2

   f_1 = 300 Hz

   $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{A_2}}{\sqrt{A_1}}$

   $\frac{300\ Hz}{f_2} = \frac{\sqrt{0,36}}{\sqrt{0,16}}$

   $\frac{300\ Hz}{f_2} = \frac{0,6}{0,4}$

   0,6 f_2 = 300 x 0,4

   0,6 f_2 = 120

   $f_2 = \frac{120}{0,6}$ = 200 Hz

3. Massa jenis senar I = 9,0 g/cm^3 dan massa jenis senar II = 16 gr/cm^3 dengan frekuensi 60 Hz; maka frekuensi senar I adalah….Hz.

   Dik: ρ_1 = 9,0 g/cm^3

   ρ_2 = 16 gr/cm^3

   f_1 = 60 Hz

   $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$

   $\frac{f_1}{60\ Hz} = \frac{\sqrt{16}}{\sqrt{9}}$

   $\frac{f_1}{60\ Hz} = \frac{4}{3}$

$3 f_1 = 240$ Hz

$f_1 = 80$ Hz

4. Kawat A diberi beban 100 N dan kawat B diberi beban 400 N sehingga frekuensinya 160 Hz, maka frekuensinya adalah …. Hz.

   Dik: $F_1 = 100$ N

   $F_2 = 400$ N

   $F_2 = 160$ Hz

   $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{F_1}}{\sqrt{F_2}}$

   $\frac{f_1}{160} = \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{400}}$

   $\frac{f_1}{160} = \frac{10}{20}$

   $20 f_2 = 160 \times 10$

   $20 f_2 = 1600$

   $f_2 = \frac{1600}{20} = 80$ Hz

Timbre atau warna bunyi adalah dua bunyi yang sama frekuensinya tetapi terdengarnya berbeda. Factor yang menimbulkan timbre adalah perbedaan jenis sumber bunyi.

Contoh:

- Nada a oleh laki – laki dengan nada a oleh wanita akan berbeda terdengarnya.
- Nada c pada biola dengan nada c oleh gitar akan berbeda terdengarnya.

Kuat lemah bunyi tergantung pada amplitude, jarak sumber bunyi dan pendengar, dinding pemantul, dan resonansi.

Amplitude bunyi adalah simpangan terjauh dari getaran bunyi.

- Makin besar amplitude getaran, bunyinya makin kuat, makin kecil amplitude getaran, bunyinya makin kecil.
- Contoh amplitude seruling ditiup dengan lemah akan menghasilkan amplitude kecil sehingga bunyinya lemah. Seruling ditiup dengan keras maka bunyinya kuat.

Jarak sumber bunyi:

- Jika letak sumber bunyi dekat, maka bunyi terdengar kuat
- Jika letak sumber bunyi dijauhkan, maka bunyi terdengar lemah

Dinding pemantul

Berbicara di dalam ruangan akan terdengar kuat, karena ada pemantulan bunyi dari dinding ruangan.

Berbicara di luar ruangan akan terdengar lemah karena tidak ada bunyi pantul.

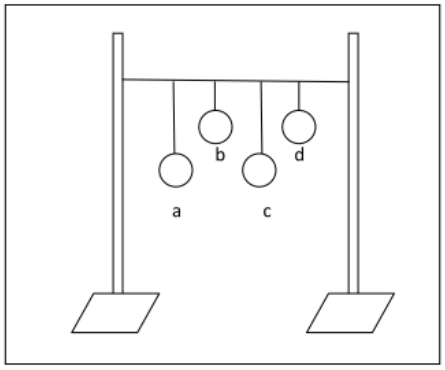
D. Gelombang Bunyi

Resonansi adalah peristiwa turut bergetarnya suatu benda terhadap benda lainnya yang sedang bergetar.

Resonansi dapat terjadi pada senar yang sama tegangnya.

- Senar A dan B sama tegangnya
- Pada B di beri lipatan kertas kecil c
- Senar A dipetik maka kertas kecil C akan bergetar sehingga terjadi resonansi

Resonansi dapat terjadi pada ayunan senar yang panjang talinya sama.



- Panjang A = C : B = D
- Bandul E diayunkan maka bandul lain tidak akan berayun sehingga tidak ada resonansi.
- Bandul A diayunkan maka bandul C akan berayun sehingga terjadi resonansi
- Bandul B diayunkan maka bandul D akan berayun sehingga terjadi resonansi
  Resonansi pada tabung resonan dapat terjadi bila panjang kolom udara kelipatan ¼ panjang gelombang (1/4λ) sumber getar.
- Garpu tala akan terdengar nyaring bila panjang kolom udara (L) menacapai ¼ λ.
- Bunyi nyaring pada garpu tala itu Karena ada resonansi kolom udara L. resonansi dapat terjadi pada selaput gendang atau selaput tipis pada telinga kita.

Resonansi terjadi:

a. Frekuensi benda sama dengan frekuensi sumber getaran
b. Untuk ayunan, tali penggantungnya sama panjang
c. Untuk senar sama tegangannya
d. Untuk kolom udara merupakan kelipatan ¼ λ sumber getaran
e. Adanya selaput tipis

Rumus resonansi kolom udara:

$L = \frac{1}{4}\lambda(2n - 1)$ ket: L = kolom udara

$\lambda = \frac{4L}{(2n-1)}$ λ = panjang gelombang

$f = \frac{v}{\lambda}$ n = resonansi ke 1, 2, 3,…dan seterusnya

f = frekuensi

v = cepat rambat

contoh:

1. Kolom udara pada tabung 15 cm dan cepat rambat bunyi 340 m/s, maka frekuensi sumber bunyi yang dapat terdengar pada resonansi kesatu dan kedua adalah…Hz dan ….Hz.

   Dik: L = 15 cm

   V = 340 m/s

   n = 1

   resonansi kedua (n) 2, maka

   a) Ferkuensi kesatu (f):

   $f = \frac{v}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{4L}{(2n-1)} = \frac{4\ x\ 15\ cm}{(2\ x\ 1-1)} = \frac{60\ cm}{(2-1)} = \frac{60\ cm}{1}$

   λ = 60 cm = 0,6 m

   $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340\ m/s}{0{,}6\ m}$ = 551,666 Hz dibulatkan 551,67 Hz

   b) Freuensi kedua (f):

   $f = \frac{v}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{4L}{(2n-1)} = \frac{4\ x\ 15\ cm}{(2\ x\ 2-1)} = \frac{60\ cm}{(4-1)} = \frac{60\ cm}{31}$

   λ = 20 cm = 0,2 m

   $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340\ m/s}{0{,}2\ m}$ = 1700 Hz

2. Garpu tala yang bernada C memiliki frekuensi 440 Hz agar terjadi resonansi udara kedua pada cepat rambat 340 m/s, maka kolom udaranya adalah….

   Dik: f = 440 Hz

   V= 340 m/s

   Resonansi kedua (n) = 2, maka kolom udara

   L = ¼ λ (2n – 1)

   $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{440}$ m

   L = ¼ λ (2n – 1)

   = ¼ x 0,7727 m (2 x 2 -1)

   = ¼ x 0,7727 m (4 – 1)

   = ¼ x 0,7727 m x 3

   = 0,25 x 2,316 m

   = 0,579 m

Pemantulan bunyi.

Setiaop gelomban, termasuk juga bunyi dapat dipantulkan, maka berlaku hukum pemantulan bunyi:

- Bunyi dating, garis normal dan bunyi pantul terletak dalam satu bidang.
- Sudut dating (i) – sudut pantul (r)

Cara pengukuran cepat rambat bunyi dengan memanfaatkan pemantulan bunyi.

- Pada saat bel pada beker dibunyikan stop watch dihidupkan
- Pada saat bunyi pantul terdengar stop watch matikan,
- Maka cepat rambat bunyi itu sama dengan jarak tempuh bunyi (2L) di bagi waktu yang diperlukan.
- Rumus: V = $\frac{2L}{t}$

Contoh:

Jarak sumber bunyi dengan bidang pemantul 50 m, setelah 2 sekon bunyi pantul terdengar. Maka cepat rambat bunyi itu:

Dik: L = 50 m

t = 2 s

maka V = $\frac{2L}{t} = \frac{2\ x\ 50\ m}{2s}$ = 50 m/s

E. Pemantulan Bunyi

Macam – macam bunyi pantul: gaung (kerdam), gema (echo), dan bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli.

Bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli akan terjadi pada ruangan sehingga bunyi terdengar kuat.

1. Gaung

   Gaung (kerdam) adalah bunyi pantul yang sebagian masuk bersamaan dengan bunyi asli, atau bunyi pantul yang dating sebelum bunyi asli selesai diucapkan.

   Contoh:

   Bunyi asli: SU – RA – BA – YA

   Bunyi pantul: ……SU – RA – BA – YA

   Terdengar: Su ———————— YA (tidak jelas)

   Gaung terjadi pada ruang besar yang sumber bunyi dengan jarak dinding pemantulnya agak jauh.

   Gaung dapat menimbulkan gangguan pada bunyi, karena bunyi asli tidak jelas. Pada gedung pertunjukkan gaung dapat menimbulkan suara yang tidak bagus sehingga mengganggu pertunjukkan.

Bahan akustik adalah bahan yang dapat meredam suara atau peredam bunyi pada dinding gedung. Bahan akustik dapat berupa: kain wol, karet busa, kapas, karton, kertas gabus dan hardboard.

2. Gema

   Gem (echo) yaitu bunyi pantul yang dating (masuk) setelah bunyi asli selesai diucapkan. Gema dapat memperjelas bunyi asli. Gema terjadi pada jarak jauh antara sumber bunyi dengan dinding pemantul.

   Bunyi asli: Hai

   Bunti pantul: Hai-ai

   Manfaat gema:

   a. Dapat mengukur jarak sumber bunyi dengan dinding pemantul
   b. Dapat mengukur kedalaman laut.

   Cara mengukur dasar atau kedalaman laut

- Pada A dipasang osilator yaitu alat yang mengirimkan sumber getaran ke dalam laut, getaran itu dipantulkan oleh dasar laut ke B.
- Pada B mikrofon sebagai alat penerima getaran yang dipantulkan dari dasar llaut.

  Rumus: d = $\frac{v\ .\ t}{2}$

Contoh:

1. Cepat rambat bunyi di air laut 1700 m/s, getaran dikirimkan osilator ke dasar laut, dan getaran itu ditangkap kembali oleh mikrofon setelah $\frac{4}{17}$ sekin. Maka kedalaman laut itu:

   Dik: v = 1700 m/s

   t = $\frac{4}{17}$ sekon

   d = $\frac{v\ .\ t}{2}$ = $\frac{1700\frac{m}{s}.\frac{4}{17}sekon}{2}$ = 850 x $\frac{4}{17}$ m = 200 m
2. Dari kapal laut osilator dibunyikan setelah 4 sekon bunyi pantul ditangkap mikrofon, sedangkan kecepatan bunyi di laut 1700 m/s, maka kedalaman laut itu:

   Dik: t = 4 s

   V = 1700 m/s

   Maka d = $\frac{v\ .\ t}{2}$ = $\frac{1700\frac{m}{s}.4s}{2}$ = 3400 m

Efek Doppler

- Jika kita bergerak mendekati sumber bunyi, atau sumber bunyi bergerak mendekati kita, maka frekuensi bunyi yang dikeluarkan sumber bunyi tersebut akan terdengar lebih tinggi frekuensinya. Hal serupa terjadi sebaliknya jika bergerak menjauh. Peristiwa seperti ini disebut efek Doppler.

- Efek Doppler ini hanya berlaku jika kecepatan bergerak lebih kecil dari kecepatn rambat bunyi.

Penerapan efek Doppler:

- Suara mobil dari kejauhan terdengar lemah karena jaraknya jauh dan frekuensi bunyi yang tertangkap telinga kecil.
- Suara mobil yang makin kuat terdengar, karena jaraknya mendekati dan frekuensi bunyinya makin membesar.