

## MODUL PEMBELAJARAN “GELOMBANG BUNYI”

### A. Pengertian Gelombang Bunyi.

Gelombang bunyi termasuk gelombang longitudinal. Arah getarnya sejajar dengan arah rambatannya. Getaran yang menjalar sebagai bunyi berupa rapatan dan regangan. Bunyi merambat dengan kecepatan berbeda, tergantung pada medium yang dilaluinya. Kecepatan bunyi juga bergantung pada temperatur, terutama pada gas. Kecepatan bunyi di udara naik sebesar 0,6 m/s setiap kenaikan suhu udara sebesar 1°C. di ruang hampa udara, bunyi tidak dapat merambat. Ditinjau dari frekuensinya, bunyi dikelompokkan sebagai infrasonik (kurang dari 20 Hz) , audiosonik (20 Hz sampai 20.000 Hz), dan ultrasonik (lebih dari 20.000 Hz).

### B. Sifat – sifat Bunyi Sebagai Gelombang.

#### a. Pemantulan gelombang bunyi.

Pemantulan bunyi juga memenuhi hukum pemantulan, yaitu sudut datang sama dengan sudut pantul. Pemantulan bunyi dalam ruang tertutup dapat menimbulkan *gaung*, yaitu sebagian bunyi pantul bersamaan dengan bunyi asli sehingga bunyi asli menjadi tidak jelas.

#### b. Pembiasan gelombang bunyi.

Pada siang hari pembiasan bunyi menjahui garis normal, sedangkan malam hari, pembiasan bunyi menjahui garis normal.

#### c. Dirfaksi gelombang bunyi.

Gelombang bunyi di udara memiliki panjang gelombang dalam rentang beberapa sentimeter sampai dengan beberapa meter. Karena panjang gelombang bunyi lebih besar sehingga dia mudah mengalami peristiwa dirfaksi.

#### d. Interferensi gelombang bunyi.

Interferensi bunyi memerlukan dua sumber bunyi koheren. Terdapat dua jenis interferensi yaitu: interferensi konstruktif ( dua buah gelombang sefase yang saling berpadu): akan menyebabkan bunyi kuat, dan interferensi destruktif (dua buah gelombang yang berlawanan fase): akan menyebabkan bunyi lemah.

#### e. Resonansi.

Peristiwa turut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran gelombang.

### C. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi.

Pada dasarnya gelombang 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 di sebut *intensitas bunyi*.

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

Dengan:

$I$  = intensitas bunyi ( $\text{Watt/m}^2$ )

$P$  = daya sumber bunyi (watt)

$A$  = luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

$r$  = jarak tempat dari sumber bunyi (m).

Persamaan diatas menunjukkan bahwa intensitas bunyi di suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik tersebut ke sumber. Hubungan intensitas gelombang bunyi terhadap jarak pendengar dari sumber bunyi adalah

$$I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2$$

Dikarenakan pendengaran telinga manusia mempunyai keterbatasan, maka para ahli menggunakan istilah dalam intensitas bunyi dengan menggunakan ambang pendengaran dan ambang perasaan. *Intensitas ambang pendengaran* ( $I_0$ ) Yaitu intensitas bunyi terkecil yang masih mampu didengar oleh telinga, sedangkan *intensitas ambang perasaan* yaitu intensitas bunyi yang terbesar yang masih dapat didengar telinga tanpa rasa sakit. Besarnya ambang pendengaran berkisar pada  $10^{-12} \text{ watt/m}^2$  dan besarnya ambang perasaan berkisar pada  $1 \text{ watt/m}^2$ .

Berdasarkan hasil penelitian para ahli ternyata bahwa daya pendengaran telinga manusia terhadap gelombang bunyi bersifat logaritmis, sehingga para ilmuwan menyatakan mengukur intensitas bunyi tidak dalam  $\text{watt/m}^2$  melainkan dalam satuan desi bell (dB) yang menyatakan *taraf Intensitas bunyi* ( $TI$ ). Taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan nilai logaritma antara intensitas bunyi yang di ukur dengan intensitas ambang pendengaran ( $I_0$ ).

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

Dengan:

$TI$  = taraf intensitas bunyi (desibell = dB)

$I$  = intensitas bunyi ( $\text{W/m}^2$ )

$I_0$  = intensitas ambang pendengaran ( $\text{W/m}^2$ ) =  $10^{-12} \text{ W/m}^2$

Hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jumlah sumber bunyi,

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log \frac{n_2}{n_1}$$

Hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak dari sumber bunyi,

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{R_2}{R_1}$$

Hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak dari sumber bunyi,

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log \frac{n_2}{n_1} TI_2 - 20 \log \frac{R_2}{R_1}$$

#### D. Layangan Bunyi.

Layangan bunyi adalah gejala menurun atau meningkatnya kenyaringan secara berkala yang terdengar ketika dua nada dengan *frekuensi yang sedikit berbeda* dibunyikan pada saat bersamaan. Dengan demikian, layangan merupakan *interferensi di dalam waktu yang bersamaan*.

Banyaknya layangan perdetik atau frekuensi layangan ( $f_L$ ), dirumuskan dengan:

$$f_L = |f_1 - f_2|$$

Dengan:

$f_L$  = frekuensi layangan (Hz)

$f_1$  = frekuensi gelombang 1 (Hz)

$f_2$  = frekuensi gelombang 2 (Hz)

#### E. Cepat Rambat Gelombang Bunyi.

Cepat rambat gelombang bunyi bergantung pada medium yang dilaluinya.

· Zat Padat

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

- Zat Cair

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

- Zat Gas

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

- Cepat rambat gelombang pada dawai.

Cepat rambat gelombang pada dawai atau kawat, di selidiki menggunakan sebuah alat yang di sebut **sonometer**.

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

Dengan:

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$B$  = modulus Bulk Zat Cair (N/m<sup>2</sup>).

$E$  = modulus elastisitas (N/m<sup>2</sup>).

$\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>).

= konstanta Laplace = 1,4

$R$  = konstanta gas = 8,314 J/mol.K

$T$  = suhu (K)

$M_r$  = massa relative gas (kg/mol)

$F$  = besar beban (N)  
 $l$  = panjang tali (m)  
 $m_t$  = massa tali (kg)  
 $A$  = luas penampang ( $m^2$ ).

F. Efek Doppler.

Efek Doppler terjadi karena perbedaan frekuensi yang didengar oleh pengamat dari frekuensi sumber akibat perbedaan kecepatan relatif antara pendengar dan sumber bunyi:

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




Dengan:


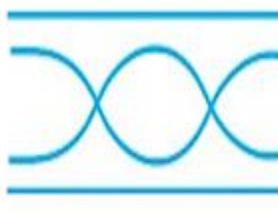
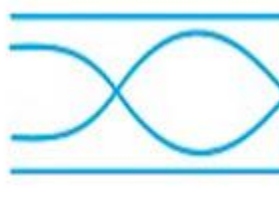
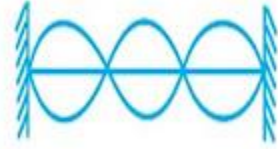
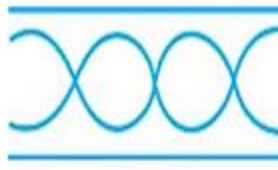
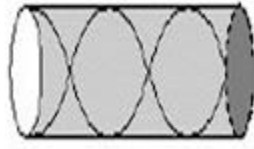
$f_p$  = frekuensi yang di dengar oleh pendengar (Hz)  
 $f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)  
 $v$  = cepat rambat bunyi di udara (m/s)  
 $v_p$  = kecepatan pendengar (m/s)  
 $v_s$  = kecepatan sumber bunyi (m/s).

Untuk menentukan tanda positif-negatif pada  $v_p$  dan  $v_s$  kita mengingat hal – hal berikut:

- Ø Jika sumber bunyi atau pendengar diam (tidak bergerak), nilai  $v_p$  dan  $v_s$  selalu sama dengan nol.
- Ø Makin dekat jarak antara sumber bunyi dan pendengar, suara yang terdengar makin keras, artinya frekuensi bunyi bernilai besar.
- Ø Jika pendengar bergerak mendekati sumber bunyi maka suara yang terdengar makin keras sehingga tanda  $v_p$  dan  $v_s$  adalah positif.
- Ø Jika pendengar bergerak menjauhi sumber bunyi, maka  $v_p$  dan  $v_s$  adalah negatif.

G. Bunyi Pada Dawai dan Pipa Organa.

	Dawai	Pipa Organa	
		Terbuka	Tertutup
Nada dasar	 $l = \frac{1}{2} \lambda$	 $l = \frac{1}{2} \lambda$	 $l = \frac{1}{4} \lambda$
Nada			

atas pertama	 $l = \lambda$	 $l = \lambda$	 $l = \frac{3}{4} \lambda$
Nada atas kedua	 $l = \frac{3}{2} \lambda$	 $l = \frac{3}{2} \lambda$	 $l = \frac{5}{4} \lambda$
Pers. Frek.	$f_n =$ $\frac{(n+1)v}{2l}$ $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$	$f_n =$ $\frac{(n+1)v}{2l}$ $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$	$f_n =$ $\frac{(n+1)v}{4l}$ $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$
Perb. Frek.	$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$	$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$	$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$