

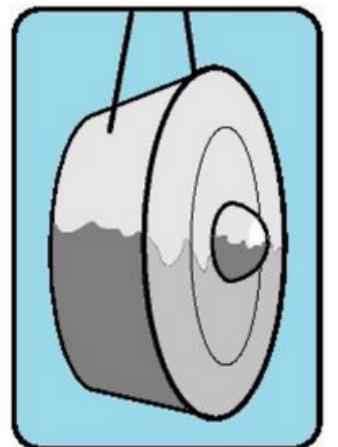
Gelombang suara dan sistem akustik ruang

OLEH : NOLA FEBRINA

Pendahuluan

1. Terbangkitnya Bunyi

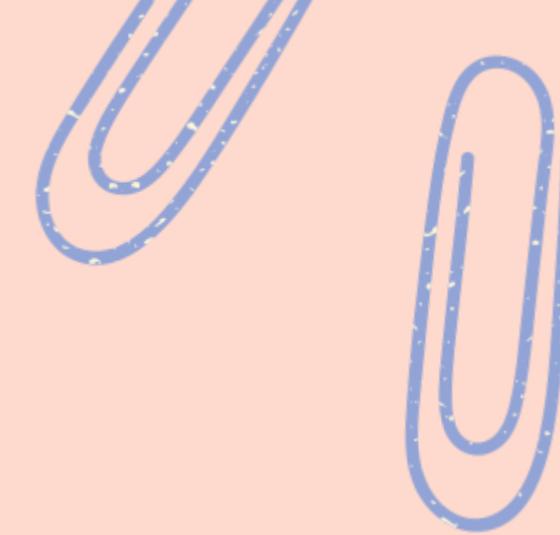
Akustik adalah ilmu bunyi, yang dimaksud bunyi adalah getaran mekanik suatu material. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, bunyi adalah sesuatu yang terdengar (didengar) atau ditangkap oleh telinga. Sedangkan suara adalah bunyi



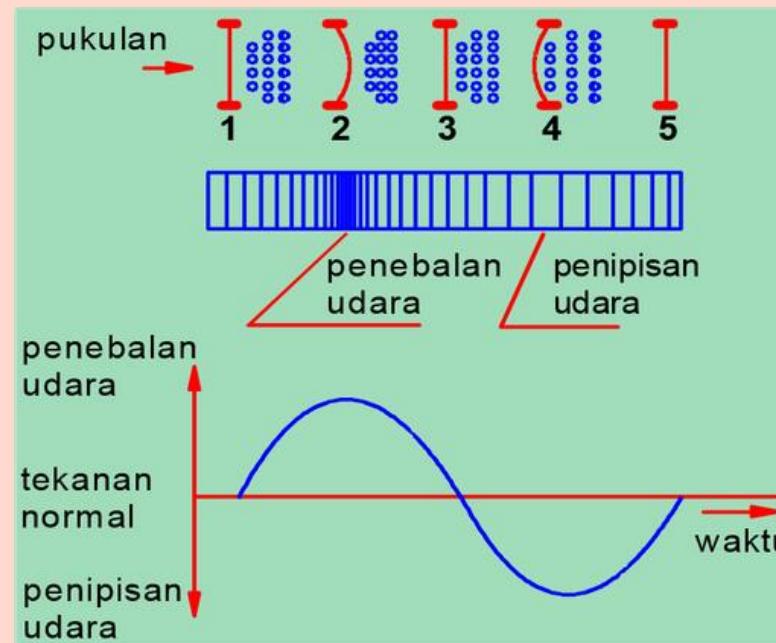
Gambar 1.1 Gong sebagai salah satu sumber bunyi

yang dikeluarkan dari mulut manusia (seperti pada waktu bercakap-cakap, menyanyi, tertawa dan menangis). Material dapat berupa udara (bunyi udara), air (bunyi air) atau benda pejal (bunyi benda pejal). Bunyi melalui media udara disampaikan ke telinga. Gambar 1.1. merupakan sebuah instrumen musik gamelan, sebagai salah satu sumber bunyi. Gong yang terbuat dari plat logam, jika dipukul membangkitkan bunyi.

Gambar 1.2 menunjukkan bagaimana sumber bunyi membangkitkan bunyi dan oleh udara dirambatkan. Sebuah plat yang dapat melenting dipasangkan pada satu titik dan selanjutnya didorong dengan sebuah pukulan agar bergetar. Maka plat menjadi pembangkit bunyi dan menekan udara didepannya bersama, sehingga terjaditekanan lebih (titik 2 pada Gambar 1.2). Pada getar balik dari plat (titik 4 pada Gambar 1.2), plat akan merenggangkan partikel udara, sehingga terbangkitlah tekanan kurang. Sumber bunyi segera akan mempengaruhi lingkungan sekitarnya dengan tekanan lebih dan tekanan



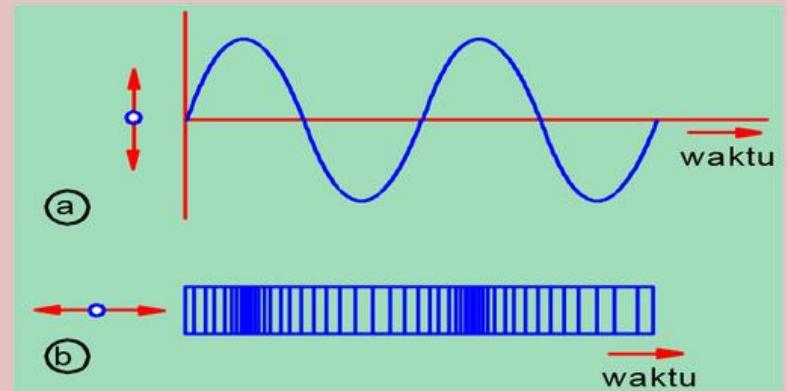
kurang untuk bergetar. Partikel udara akan saling pukul dengan partikel didekatnya, sehingga getaran sebagai sumber bunyi merambat pada media udara.



Gambar 1.2.Terbangkitnya bunyi dengan penebalan dan penipisan partikel udara

udara dari getaran sumber bunyi merambat kearah yang sama, (bergetarsepanjang arah rambat), maka disebut sebagai gelombang panjang atau gelombang longitudinal. Jika partikel udara bergetar tegak lurus dengan arah rambat, maka disebut sebagai gelombang transversal (Gambar 1.3). Setiap

Hal ini dapat dilihat, bahwa partikel udara melalui penyimpangan penebalan dan penipisan secara periodis dari posisi diam menyebabkan fluktuasi tekanan periodik. Jika kita ambil satu penebalan dan satu penipisan partikel udara yang berdekatan, maka diperoleh satu gelombang penuh, yang disebut gelombang bunyi. Karena partikel



Gambar 1.3. (a)Gelombang transversal dan(b) gelombang longitudinal

getaran ditandai dengan dua besaran, yaitu frekuensi dan amplitudo. Hal ini juga berlaku untuk gelombang bunyi. Maka dalam gelombang bunyi juga dibicarakan frekuensi. Amplitudo disini menentukan besarnya tekanan bunyi.

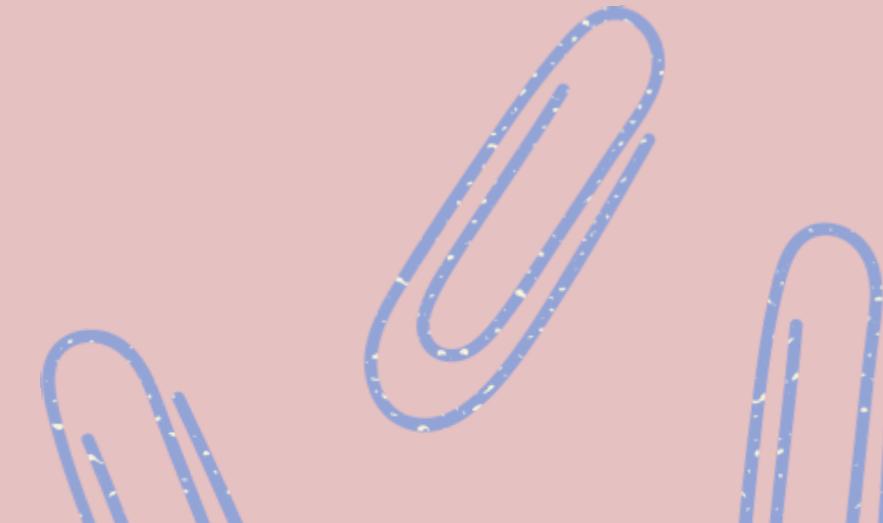
Besaran gelombang bunyi, atau parameter bunyi

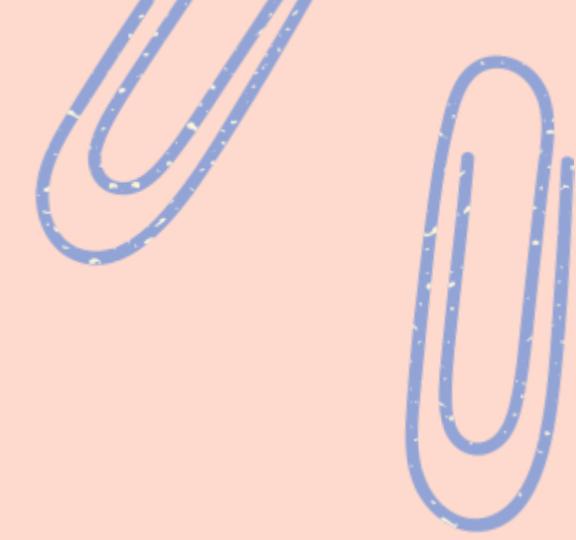
a) Frekuensi

b) Amplitudo → Tekanan Bunyi

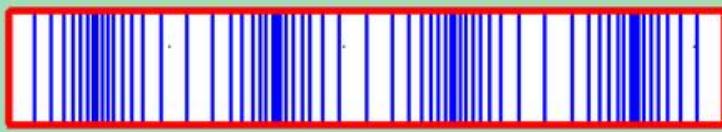
2. Frekuensi bunyi

Frekuensi bunyi menyatakan, berapa banyak penebalan dan penipisan partikel udara dalam satu detik berurutan satu sama lain (Gambar 1.4). Banyak ayunan tekanan tiap satuan waktu disebut frekuensi dan akan diamati sebagai nada.

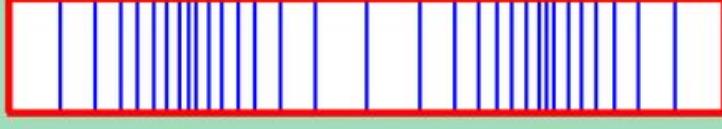




Ayunan tekanan yang banyak = frekuensi tinggi

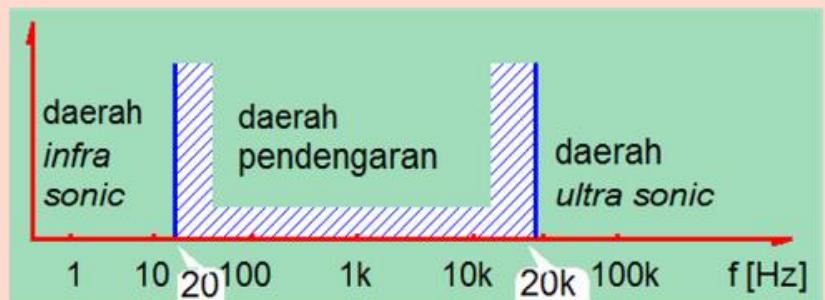


Ayunan tekanan yang sedikit = frekuensi rendah



Gambar 1.4. Frekuensi tinggi dan rendah

bunyi dalam daerah frekuensi bunyi yang dapat terdengar. Daerah frekuensi pada daerah ini disebut sebagai daerah pendengaran.



Gambar 1.5. Daerah frekuensi bunyi

Frekuensi akan menentukan tinggi nada yang didengar telinga. Telinga manusia dapat mengenal getaran bunyi antara kira-kira 20 Hz dan 20 kHz sebagai nada. Semua yang terletak dalam daerah ini disebut sebagai frekuensi nada dan

goyangan. Untuk getaran mekanik di atas 20 kHz disebut sebagai bunyi ultra atau *ultra sonic*. Bunyi ini hanya bisa didengar oleh beberapa macam binatang, misalnya anjing, tikus dan lain-lain. Dalam teknik yang disebut bunyi ultra sampai dengan 10MHz, ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia tapi untuk keperluan tertentu misalnya untuk menguji material atau dalam bidang kedokteran dan lainnya.

Simbol besaran frekuensi f dan dengan satuan Hertz (Hz)

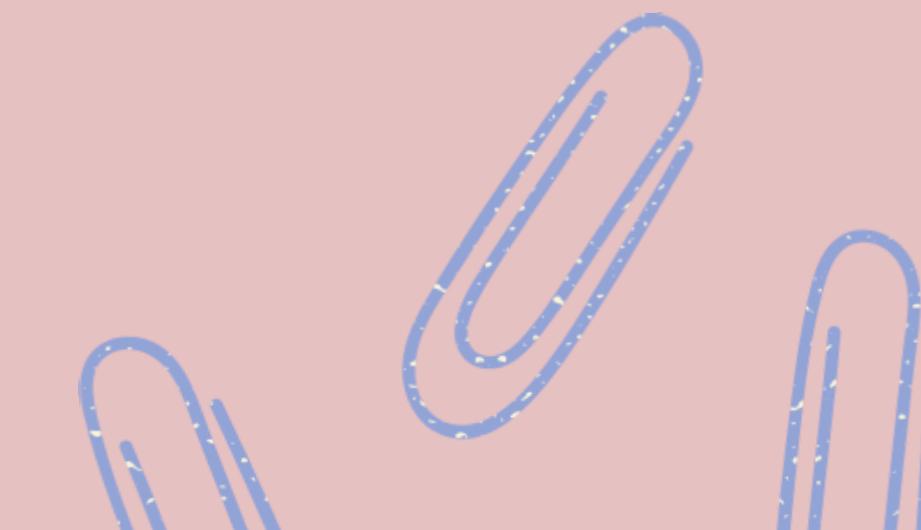
$$f = \frac{1}{T}$$

T (*Time*) = waktu untuk 1 periode dengan satuan s
(second/detik)

3. Tekanan bunyi

Gelombang bunyi merambat dalam suatu medium melalui penebalan dan penipisan yang periodis. Penebalan suatu materi berarti sama dengan penaikan tekanan, penipisan berarti sama dengan pengurangan tekanan dibanding dengan tekanan normal dalam keadaan diam. Pada penyebaran bunyi, seperti dalam udara, tekanan normal udara diubah secara periodis dalam irama

Getaran di bawah frekuensi 20 Hz disebut sebagai bunyi infra atau *infra sonic*. Bunyi infra tidak lagi dapat dirasakan sebagai nada, melainkan sebagai pukulan atau



gelombang bunyi. Yaitu tekanan saat diam dari udara ditumpangi tekanan yang berubah. Tekanan berganti bunyi ini disebut sebagai tekanan bunyi.

Tekanan bunyi kecil = kuat bunyi rendah

Tekanan bunyi besar = kuat bunyi tinggi

Dalam fisika didefinisikan: tekanan menunjukkan, berapa besar tenaga yang berpengaruh secara tegak lurus diatas sebuah luasan.

Atau dalam rumusan:

$$\text{tekanan} = \frac{\text{tenaga}}{\text{luasan}}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

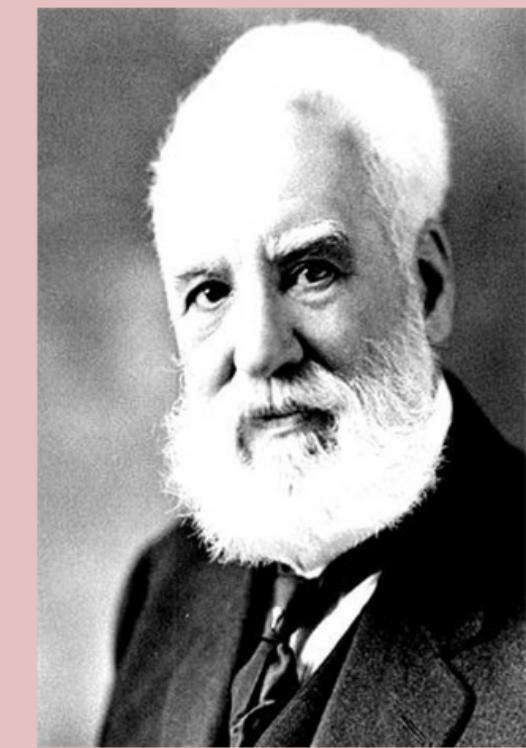
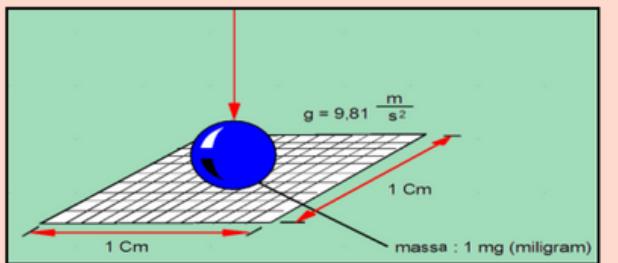
Satuan tekanan disebut pascal (Pa)

$$1\text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{N} = \text{Newton}$$

Besaran yang digunakan dalam akustik

$$1\text{ }\mu\text{bar} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \mu \text{ (mikro)} = 10^{-6}$$

Gambar 1.6. Ilustrasi tekanan bunyi 1 μ bar.



Gambar 1.7. Alexander Graham Bell
www.telcomhistory.org/vm/Images/AGB1918.jpg

Daerah tekanan bunyi yang dapat didengarkan sangat lebar. Dalam praktiknya perbandingan tekanan bunyi dalam ukuran logaritmis. Hal ini memiliki kelebihan, mudah dalam menghitung, seperti dalam perkalian akan berubah menjadi penjumlahan dan pembagian menjadi pengurangan. Ukuran logaritmis sebuah perbandingan dalam satuan Bell. Bell ini diambil dari nama ilmuwan Amerika bernama Alexander Graham Bell (1847-1922). Karena ukurannya yang kecil dan menghindarkan banyak koma maka digunakan satuan desibel (dB), atau sepersepuluh satuan dasar. Dalam akustik berawal dari ambang dengar, dimana telinga mulai mendengar dengan $p_0 = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$, ini yang dimaksud dengan level bunyi absolut.

4. Penyebaran bunyi

Bunyi dapat menyebar dalam bahan padat, cairan dan bahan gas. Kecepatan penyebaran bergantung dari ketebalan medium, seperti diperlihatkan oleh tabel 1.1.

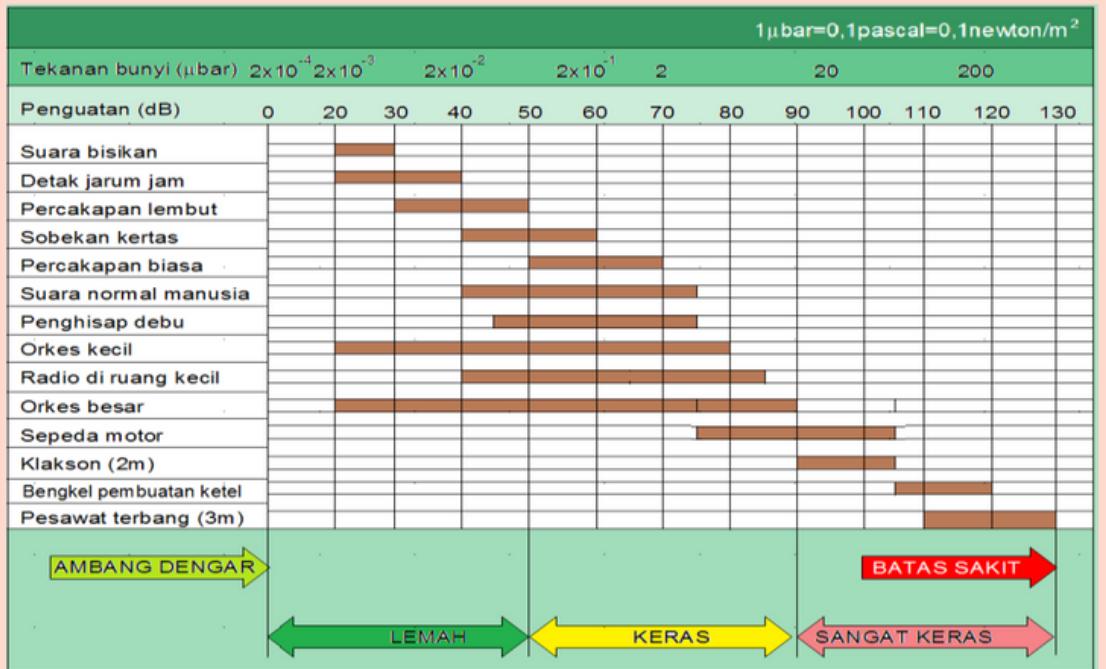
Tabel 1.1. Kecepatan penyebaran bunyi

Bahan	Kecepatan c dalam m/s
Gelas	5500
Besi	5000
Tembok	3500
Kayu	2500
Air	1480
Gabus	500
Udara (20°)	344
Karet (lunak)	70

Sebuah pabrik yang memiliki tekanan bunyi sebesar $2\mu\text{bar}$ maka kalau diukur dengan Sound Level Meter akan menunjukkan sebagai berikut :

$$p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} = 20 \cdot \log \frac{2\mu\text{bar}}{2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}} = 80\text{dB}$$

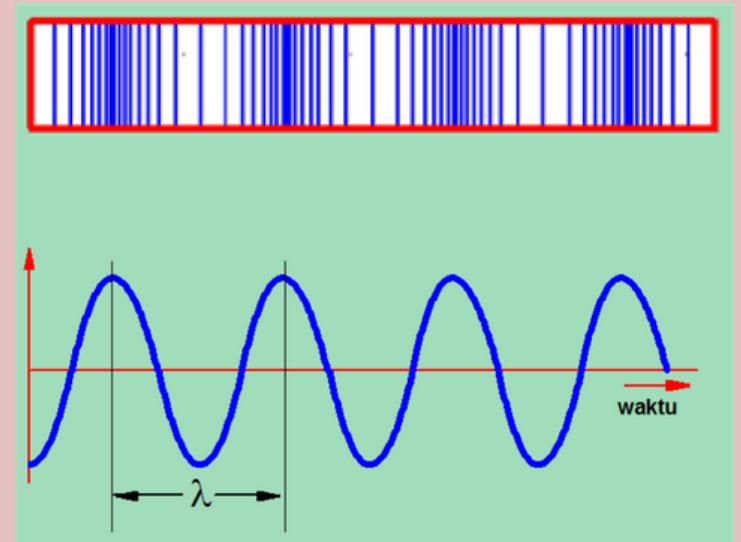
Tekanan bunyip= $2\mu\text{bar}$;
Referensi tekanan bunyi (ambang dengar) $p_0=2 \cdot 10^{-4}\mu\text{bar}$



Gambar 1.8. Penguatan macam-macam sumber bunyi

Gambar 1.8. memperlihatkan penguatan macam-macam sumber bunyi dari ambang dengar sampai batas sakit.

5. Panjang gelombang



Gambar 1.9. Panjang gelombang

Antara kecepatan penyebaran bunyi c , panjang gelombang λ dan frekuensi sebuah bunyi terdapat hubungan seperti berikut:

Semakin tebal dan semakin elastis mediumnya, akan semakin lambat molekul dapat menyebarkan bunyi. Dan dalam ruang hampa udara, juga bunyi tidak dapat merambat.

Penyebaran bunyi dalam udara bergantung pada temperatur udara.

$$c = 331,4 \frac{m}{s} + 0,6 \frac{m}{s^{\circ}C} \cdot T$$

c = Kecepatan penyebaran (meter/detik)

T = Temperatur udara ($^{\circ}$ C)

Dalam akustik pada utamanya pada penyebaran bunyi dalam udara. Penyebarannya sangat tergantung pada temperatur seperti ditunjukkan pada Tabel 1.2 berikut ini.

Tabel 1.2. Penyebaran Bunyi dalam Udara

Temperatur	Kecepatan c dalam m/s
-30°C	302,9
0°C	331,8
10°C	338
20°C	344
30°C	349,6
100°C	390

Selain dipengaruhi oleh temperatur, kecepatan rambat bunyi juga dipengaruhi oleh tekanan udara dan kandungan karbondioksida.

Jika sebuah getaran menyebar dalam sebuah media sebagai gelombang pada posisi tertentu, dalam jarak yang sama pada keadaan getaran bersangkutan misalnya: Jarak antara ketebalan terbesar dari molekul udara. Jarak ini disebut panjang gelombang (lihat Gambar 1.9).

$$c = \frac{f}{\lambda}$$

c = kecepatan bunyi dalam m/s
 λ = panjang gelombang dalam m
 f = frekuensi dalam Hz

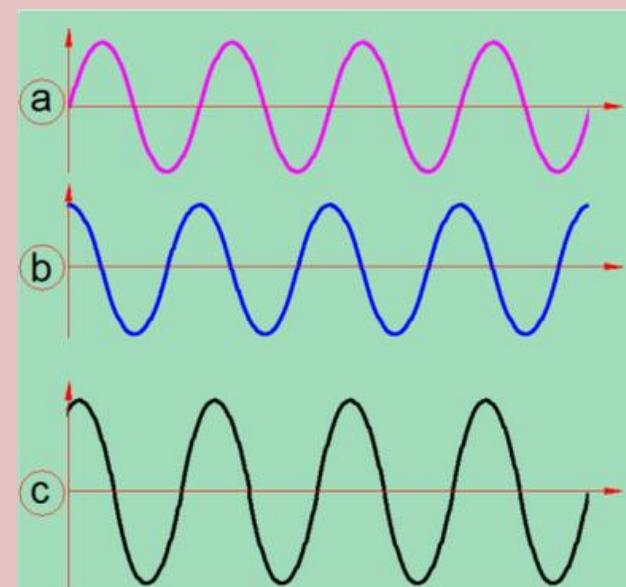
Pada tabel 1.3 diperlihatkan panjang gelombang pada frekuensi yang berbeda dalam frekuensi pendengaran. Perbedaan panjang gelombang pada daerah pendengaran antara 21,5m sampai 1,72cm. Data ini sangat penting misalnya untuk membuat kotak loudspeaker.

Tabel 1.3: Panjang gelombang	
Frekuensi f dalam Hz	Panjang gelombang λ dalam m
16	21,5
100	3,4
800	0,43
1.000	0,34
5.000	0,069
10.000	0,034
20.0000	0,0172

6. Interferensi dan Resonansi

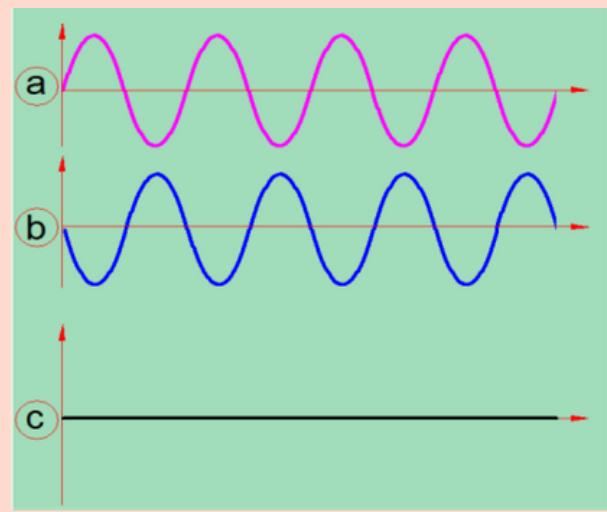
a. Interferensi.

Dalam Gambar 1.10 diperlihatkan dua buah gelombang bunyi dengan frekuensi yang sama dan amplitudo yang sama pula. Gelombang kedua (b) berbeda fasa 45° . Kedua gelombang bunyi akan dijumlahkan sehingga terbentuklah gelombang baru seperti pada gambar (c).



Gambar 1.10. Interferensi

Gelombang baru tersebut memiliki amplitudo yang berbeda, karena suatu saat keduanya saling menjumlahkan terkadang mengurangkan. Pada kasus keduanya saling menjumlahkan disebut dengan *constructive interference*.



Kejadian lain jika kedua gelombang bunyi tersebut berbeda fasa sebesar 180° , seperti diperlihatkan pada Gambar 1.11 berikut ini. Kedua gelombang bunyi akan saling meniadakan, kejadian ini disebut sebagai *destructive interference*.

Gambar 1.11. *Destructive interference*.

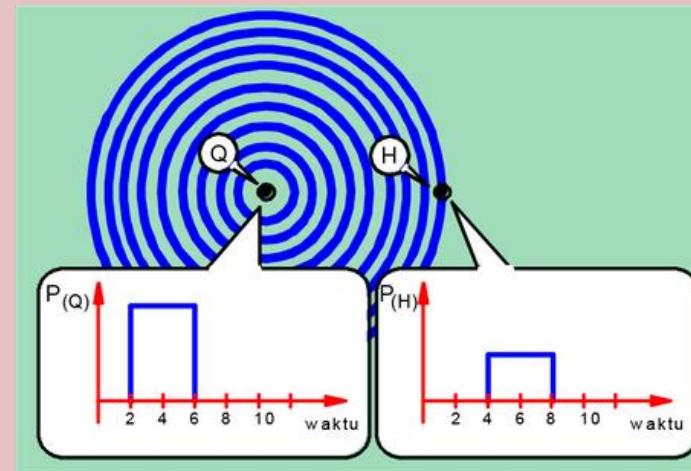
b. Resonansi

Dari segi bahasa, resonansi berarti, peristiwa turut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran lainnya. Disatu sisi, banyak peralatan musik menggunakan efek resosnansi, salah satunya alat musik gitar. Dalam reproduksi suara, resonansi memiliki efek yang tidak bagus.

Kebanyakan ruang memiliki resonansi dasar antara 20 Hz hingga 200Hz, hal ini terkait dengan ukuran ruang atau pembagian ruang. Resonansi ini mempengaruhi respon frekuensi pada daerah rendah dan menengah. Sehingga reproduksi suara dalam ruangan ini menjadi tidak akurat.

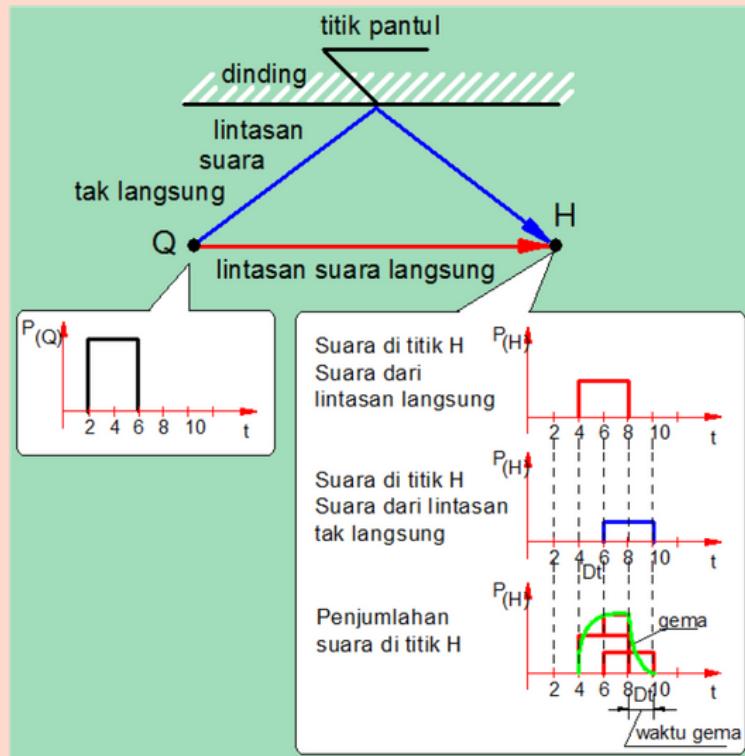
7. Akustik Ruangan

Dalam akustik ruangan merangkum semua problem penyebaran bunyi dalam ruangan yang tertutup. Didalam ruang bebas yang absolut, bunyi menyebar dari sumber bunyi berbentuk bola. Gambar 1.12 memperjelas hubungan ini. Sumber bunyi membangkitkan pulsa bunyi. (Misal, lamanya 4 detik),



Gambar 1.12. Rambatan bunyi dalam ruang bebas

bunyi mencapai titik dengar H setelah beberapa saat. Selain terlambat juga amplitudonya kecil. Intensitas bunyi menurun dibanding dengan kuadrat jaraknya. Sedang bentuk pulsanya sama dengan pulsa sumbernya.

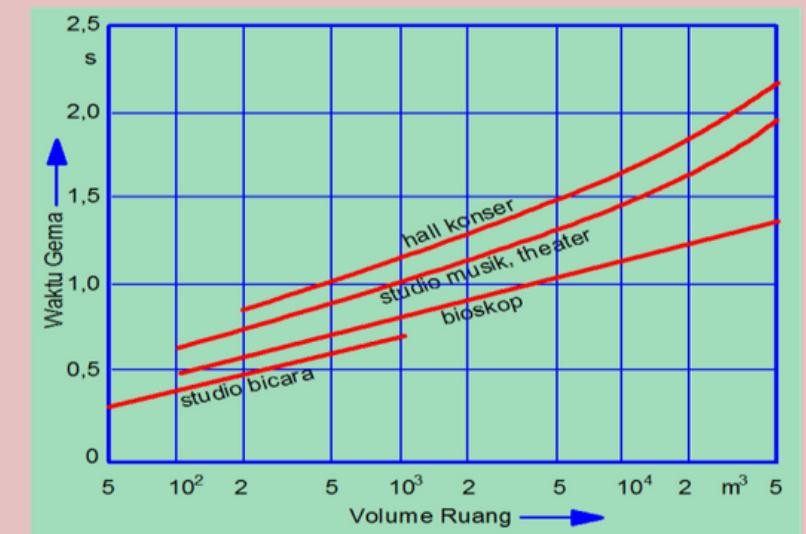


Pada Gambar 1.13 diperlihatkan, jika misalnya ada sebuah didinding pantul, maka pada titik penerima (titik H) akan terdapat penjumlahan antara bunyi langsung dengan bunyi dari lintasan tak langsung. Pada detik ke 6 dan ke 8 terdapat penguatan bunyi. Hal ini memiliki efek baik, karena ada penaikan level bunyi, tetapi juga menimbulkan keburukan,yaitu adanya gema (detik ke 8-10). Hal ini baik jika hanya beberapa derajat tertentu.

Untuk pidato dan musik cepat, gema yang panjang dapat mengaburkan informasi. Untuk reproduksi pidato dalam ruangan dengan volume menengah

dan untuk kejelasan informasi yang baik, maka waktu gema sekitar 0,8 detik. Musik yang direproduksi dalam ruangan yang sangat sedikit waktu gema, bunyinya akan “mati”. Gema akan memperbaiki kualitas musik dengan waktu gema antara 1,5 sampai 2,5 detik. Pada Gambar 1.14 diperlihatkan waktu gema untuk bermacam-macam ruangan.

Gambar 1.13. Hubungan bunyi lintasan langsung dan tak langsung.



Gambar 1.14. Waktu gema dalam keterpengaruhannya dengan volume ruang

dapat menyerap bunyi. Hanya sayangnya tidak ada bahan yang dapat menyerap bunyi untuk keseluruhan daerah frekuensi. Maka digunakan beberapa bahan yang kemudian dikombinasikan. Terdapat dua grup bahan penyerap bunyi.

Pertama, bahan berpori-pori, bahan ini seperti karpet, pelapis furnitur,tirai, *glass woll* dan sebagainya. Pada bahan ini bunyi akan menerobos masuk dalam pori-pori, semakin tinggi frekuensi semakin baik.

Kedua, bahan berosilasi, penggunaan kayu lapis, *hardboard* dan panel kayu, dinding furnitur dan lainnya. Melalui beberapa permukaan datar dan licin bunyi berfrekuensi tinggi akan dipantulkan.Pada frekuensi rendah bahan ini dirangsang untuk bergetar.

Dalam ruangan yang memiliki dinding paralel akan timbul pula gema yang bergetar (*Flutter Echo*). Pada ruangan yang demikian, bunyi akan berpantul bolak-balik. Untuk menghilangkan efek gema dalam ruangan, maka digunakan bahan dinding yang



Thank You!

