

MODUL A6

PENGUKURAN CEPAT RAMBAT BUNYI DI UDARA

A. Tujuan Percobaan

1. Untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara dengan menggunakan pipa organa
2. Untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara dengan menggunakan acoustic stopwatch pada aplikasi phyphox
3. Membandingkan nilai cepat rambat bunyi dari kedua metode di atas

B. Alat dan Bahan

1. Pipa paralon
2. Sumber bunyi
3. HP yang terinstal phyphox
4. Meteran rol

C. Dasar Teori

1. Cepat Rambat Bunyi

Bunyi adalah gelombang mekanik longitudinal yang merambat melalui medium (udara) dalam bentuk rapatan dan renggangan. Cepat rambat bunyi di udara pada suhu kamar (sekitar 25°C) berkisar:

$$v \approx 340 \text{ m/s}$$

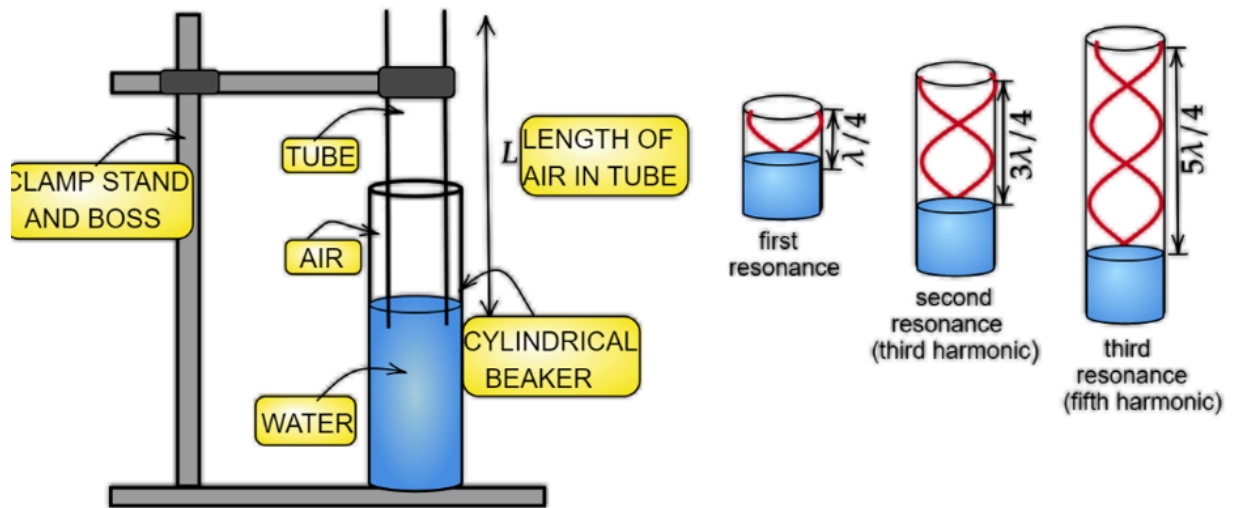
Secara umum cepat rambat bunyi di udara bergantung pada suhu:

$$v = 331 + 0,6T$$

dengan v adalah nilai cepat rambat bunyi (m/s) dan T adalah suhu udara (°C)

2. Resonansi pada pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup adalah pipa yang salah satu ujungnya tertutup dan ujung lainnya terbuka. Pada percobaan ini, ujung bawah pipa paralon kecil tertutup oleh air dan ujung atasnya diberikan sumber bunyi. Karena salah satu ujung tertutup, maka di ujung tertutup terjadi **simpul (node)** sedangkan di ujung terbuka terjadi **perut (anti-node)** seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Panjang kolom udara yang memenuhi kondisi resonansi pertama adalah:

$$L = \frac{1}{4}\lambda$$

Resonansi berikutnya terjadi pada:

$$L = \frac{3}{4}\lambda = \frac{5}{4}\lambda$$

Secara umum:

$$L_n = \frac{(1)}{4}\lambda$$

dengan $n = 1, 2, 3, \dots$, sedangkan λ adalah panjang gelombang.

Karena hubungan dasar gelombang:

$$v = f\lambda$$

Maka:

$$v = 4fL_n / (2n - 1)$$

Kondisi resonansi terjadi saat suara terdengar paling keras (paling nyaring). Secara teknis, hal ini sulit dibedakan oleh telinga manusia, oleh karena itu dalam percobaan ini digunakan kondisi saat anti-resonansi (interferensi destruktif), yaitu saat suara terdengar paling lemah.

Jika maksimum terjadi pada:

$$L_{maks} = \frac{(1)}{4}\lambda$$

Maka minimum terjadi kira-kira di tengah-tengah dua maksimum berturutan.

Karena jarak antara dua resonansi berturutan adalah:

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

Maka posisi minimum berada pada:

$$L_{min} = L_{maks} + \frac{\lambda}{4}$$

Namun yang lebih penting:
dan juga

$$L_{min,2} - L_{min,1} = \frac{\lambda}{2}$$

Artinya **jarak antar dua minimum berturut-tan tetap $\lambda/2$**

Sehingga cepat rambat tetap dapat dihitung dengan:

$$\lambda = 2(L_2 - L_1)v = f\lambda$$

D. Instruksi Kerja dan Tabel Pengamatan

D.1. Menentukan Cepat Rambat Bunyi menggunakan pipa organa tertutup

1. Nyalakan sumber bunyi dengan frekuensi tetap.
2. Geser pipa perlahan.
3. Dengarkan perubahan intensitas bunyi.
4. Tentukan posisi saat bunyi terdengar **paling lemah**.
5. Ukur panjang kolom udara $\rightarrow L_{min,1}$.
6. Lanjutkan menggeser hingga menemukan minimum berikutnya $\rightarrow L_{min,2}$.
7. Catat selisih panjang:

$$\Delta L = L_{min,2} - L_{min,1}$$

8. Hitung panjang gelombang:

$$\lambda = 2\Delta L$$

9. Hitung cepat rambat bunyi:

$$v = f\lambda$$

D.2. Menentukan cepat rambat bunyi dengan phyphox

1. Tentukan jarak antara orang pertama dan kedua (d)
2. Tekan tombol **Start** pada eksperimen *Acoustic Stopwatch*.
3. Buat bunyi pertama (misalnya dengan bertepuk tangan) **di dekat smartphone**. Bunyi pertama ini akan menyalakan acoustic stopwatch di orang pertama dan orang kedua, namun acoustic stopwatch orang kedua akan terlambat start, karena bunyi pertama membutuhkan waktu untuk sampai ke orang kedua.
4. Segera setelah bunyi pertama, orang kedua membuat bunyi yang sama. Bunyi ini akan menghentikan acoustic stopwatch.

5. Tentukan selisih antara pengukuran waktu oleh orang pertama dan orang kedua. Selisih ini adalah Δt
6. Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan persamaan

$$v = \frac{2d}{\Delta t}$$

7. Lakukan pengukuran untuk beberapa jarak berbeda (misalnya 5 m, 10 m, 15 m).