

GELOMBANG BERDIRI PADA TALI (2)

1. TUJUAN PERCOBAAN

- 1.1. Menentukan frekuensi harmonik akibat gelombang berdiri pada tali.
- 1.2. Menentukan cepat rambat gelombang berdiri pada tali.
- 1.3. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi cepat rambat gelombang berdiri pada tali.

2. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN



Gambar 15.1. Alat-alat yang digunakan.

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 2.1. LabQuest2, | 2.8. Keping beban, |
| 2.2. Penguat daya, | 2.9. Mistar, |
| 2.3. <i>Speaker</i> , | 2.10. Meteran, |
| 2.4. Katrol, | 2.11. Kabel penguat daya, |
| 2.5. Statif, | 2.12. Kabel <i>mini stereo</i> , |
| 2.6. Tali, | 2.13. Kabel penghubung. |
| 2.7. Beban dasar, | |

3. KONSEP DASAR YANG TERKAIT

Gelombang yang merambat pada suatu medium tali dapat mengalami superposisi jika ia bertemu dengan gelombang lain pada medium yang sama. Simpangan total titik-titik dalam medium ketika dua gelombang merambat bersamaan merupakan jumlah dari simpangan yang dihasilkan oleh masing-masing gelombang. Secara umum, superposisi gelombang dapat dirumuskan sebagai berikut : jika ada dua gelombang dengan simpangan $y_1(x, t)$ dan $y_2(x, t)$ merambat bersamaan dalam medium yang sama maka simpangan total titik-titik dalam medium memenuhi :

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) \quad (15.1)$$

Kasus khusus terjadi jika gelombang yang bersuperposisi merambat dalam arah berlawanan. Misalkan gelombang pertama merambat ke arah kanan

$$y_1(x, t) = A \sin(kx - \omega t) \quad (15.2)$$

Dan gelombang kedua merambat ke arah kiri

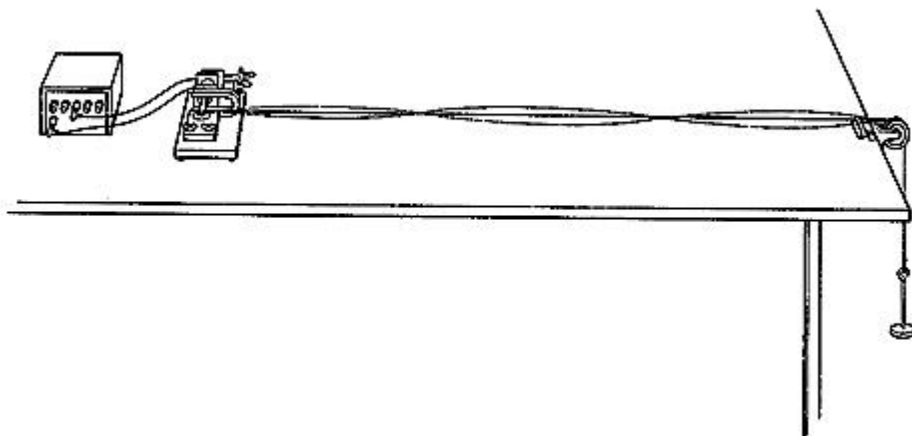
$$y_2(x, t) = A \sin(kx + \omega t) \quad (15.3)$$

Persamaan hasil superposisi dari kedua gelombang tersebut adalah

$$y(x, t) = A_r \sin kx \cos \omega t \quad (15.4)$$

dengan $A_r = 2A$

yang menghasilkan gelombang stasioner/berdiri. Gelombang ini memiliki ciri, yaitu terbentuknya perut (nodes) dan simpul (antinodes). Eksperimen untuk mengamati fenomena gelombang berdiri pada tali dilakukan melalui percobaan Melde.



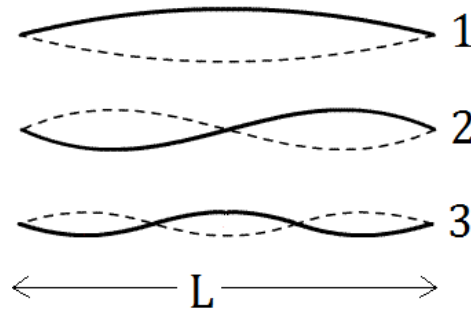
Gambar 15.2. Skema Percobaan Melde.

Kecepatan rambat gelombang tali tersebut adalah :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (15.5)$$

Dengan F merupakan besar gaya tegangan tali dan μ merupakan massa tali per satuan panjang.

Tali dengan kedua ujung yang terikat dapat menghasilkan gelombang stasioner.



Gambar 15.3. Pembentukan Gelombang Stasioner pada Tali/Dawai.

Berdasarkan Gambar 11.3. terlihat bahwa gelombang yang terbentuk merupakan kelipatan bilangan bulat dari $\frac{1}{2}\lambda$. Gelombang pertama memperlihatkan hubungan $L = \frac{1}{2}\lambda$ dan akan menghasilkan nada dasar atau nada harmonik 1. Gelombang kedua memperlihatkan $L = \frac{2}{2}\lambda$ dan akan menghasilkan nada atas pertama atau nada harmonik 2. Gelombang ketiga memperlihatkan $L = \frac{3}{2}\lambda$ dan akan menghasilkan nada atas kedua atau nada harmonik 3. Hal ini akan berlanjut hingga membentuk pola umum yang dapat ditulis :

$$L = n \frac{1}{2} \lambda \quad (15.6)$$

Frekuensi didefinisikan sebagai banyaknya gelombang tiap detik. Kaitan antara frekuensi dengan cepat rambat gelombang dapat dilihat sebagai berikut :

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad (15.7)$$

Persamaan (15.5),(15.6) dan (15.7) akan menghasilkan :

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (15.8)$$

4. PERCOBAAN YANG DILAKUKAN

A. Set up alat percobaan

1. Ukur panjang dan massa tali A, B, dan C untuk menentukan massa per satuan panjang. Catat pada Tabel 15.1.
2. Ukur massa beban yang digunakan. Catat pada Tabel 15.2.

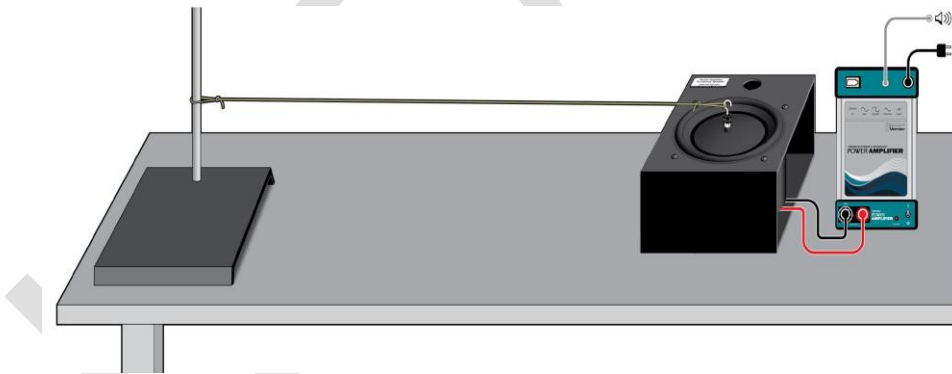
Tabel 15.1. Data pengukuran massa dan panjang tali

Jenis Tali	Massa (kg)	Panjang (m)	μ (kg/m)
A			
B			
C			

Tabel 15.2. Data pengukuran massa beban

	Massa Beban (kg)
Pengait	...
1	...
2	...
...	...
N	...

3. Pastikan alat terangkai seperti pada Gambar 15.4. (Konsultasikan dengan asisten) dengan panjang tali 100 cm.



Gambar 15.4. Skema rangkaian alat percobaan.

4. Nyalakan tombol **ON** pada penguat daya.
5. Hubungkan *Speaker Out* pada *LabQuest2* dan *Audio In* pada penguat daya dengan kabel *mini stereo*.
6. Pada menu Home *LabQuest2* pilih **Power Amplifier**. Atur 2.0 V_{AC} dan ubah frekuensi di sekitar 20 Hz.
7. Klik **Start**, gunakan simbol atas dan bawah untuk mengatur nilai frekuensi sehingga mendapatkan frekuensi harmonik pertama (setengah gelombang penuh) yang akan digunakan sebagai parameter masukan.

B. Menentukan frekuensi harmonik

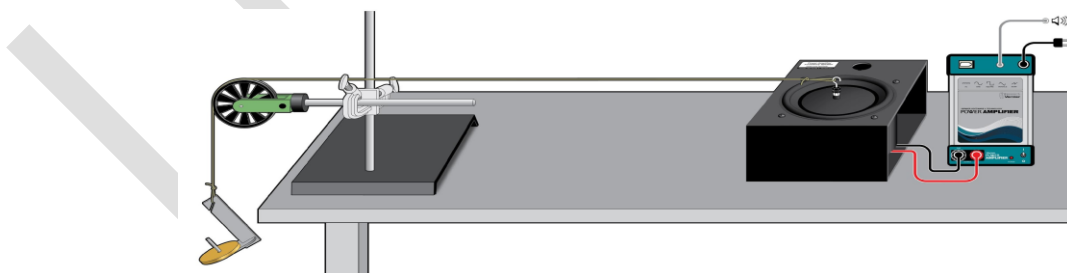
1. Pastikan alat tetap terangkai seperti pada Gambar 15.4.
2. Sesuaikan frekuensi sampai menghasilkan harmonik pertama ($\frac{1}{2} \lambda$) yaitu amplitudo terbesar ditengah dan simpul di ujung. Saat mendekati frekuensi optimal, buatlah penyesuaian secara bertahap dan tunggu beberapa detik setelah melakukan penyesuaian agar sistem stabil.
3. Catat frekuensi tersebut sebagai f_1 .
4. Tanpa mengubah panjang tali, tingkatkan frekuensi secara bertahap sehingga mendapatkan harmonik kedua ($f_2(\lambda)$), harmonik ketiga ($f_3(\frac{3}{2} \lambda)$) dan harmonik keempat ($f_4(2\lambda)$).
5. Gambarkan bentuk gelombang dan catat nilai frekuensi, amplitudo maksimum dan panjang gelombang pada tiap-tiap frekuensi harmonik.
6. Hitung nilai cepat rambat gelombang dari setiap frekuensi harmonik. Hitung pula rata-rata cepat rambat gelombang serta standar deviasi dari data yang diperoleh dari setiap tali.
7. Ulangi langkah 1-6 dengan menggunakan jenis tali yang berbeda.

Tabel 15.3. Data Hasil Percobaan Frekuensi Harmonik.

$f(\text{Hz})$	f_1	f_2	f_3	f_4
$1/f \text{ (s)}$				
$\lambda \text{ (m)}$				
$A \text{ (m)}$				
$v \text{ (m)}$				

C. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan gelombang berdiri pada tali

1. Ikatkan tali di pengait *speaker* dan di ujung katrol ditambah beban sebagai penggantung seperti pada Gambar 15.5. Hitung panjang tali dari pengait *speaker* sampai tali kontak dengan katrol sebesar 100 cm.



Gambar 15.5. Rangkaian dengan penambahan beban.

2. Atur frekuensi sehingga mendapatkan harmonik keempat atau bentuk gelombang yang mudah diamati.
3. Tanpa mengubah nilai frekuensi, lakukan penambahan beban kemudian catat nilai massa dan λ .
4. Tentukan nilai tegangan tali (F) dan cepat rambat gelombang (v).

- Lakukan regresi linear F terhadap v^2 lalu tentukan nilai kerapatan tali dari hasil regresi linear yang didapatkan. Hitung pula error terhadap nilai kerapatan tali yang diperoleh di awal.

Tabel 15.4. Data Hasil Percobaan

Frekuensi (Hz)	Periode (detik)	Massa (kg)	λ (m)	F (kg.m/s ²)	v (m/s)	v^2 (m ² /s ²)

- Lakukan langkah 1-5 dengan jenis tali yang berbeda.

5. TUGAS ANALISIS

Percobaan B

- Pada Tabel 15.3, bandingkan frekuensi harmonik yang lebih tinggi (f_2, f_3 , dsb) terhadap f_1 . Jelaskan hubungan di antara frekuensi tersebut!
- Jelaskan dan gambarkan grafik antara periode (sumbu x) dan panjang gelombang (sumbu y). Catat persamaan nilai yang dihasilkan.

Percobaan C

- Pada Tabel 15.4, jelaskan dan tentukan kerapatan tali berdasarkan hubungan antara kecepatan, tegangan dan panjang gelombang.
- Jelaskan dan gambarkan grafik antara kecepatan kuadrat (sumbu x) dan tegangan (sumbu y). Catat persamaan nilai yang dihasilkan.

6. PUSTAKA

- D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fundamentals of Physics (Extended)*, 8th edition, John Wiley & Sons (2008).
- L. Dukerich, *Advanced Physics with Vernier – Beyond Mechanics*, Vernier Software and Technology.
- M. Abdullah. *Fisika Dasar II*, Penerbit ITB (2007).