

**1.4.4 Hukum MELDE**

Hukum Melde mempelajari tentang besaran-besaran yang mempengaruhi cepat rambat gelombang transversal pada tali. Melalui percobaannya (lakukan kegiatan 1.1), Melde menemukan bahwa cepat rambat gelombang pada dawai sebanding dengan akar gaya tegangan tali dan berbanding terbalik dengan akar massa persatuan panjang dawai.

Percobaan Melde digunakan untuk menyelidiki cepat rambat gelombang transversal dalam dawai. Perhatikan gambar di bawah ini.



**Gambar 1.15 percobaan Melde**

Pada salah satu ujung tangkai garpu tala diikatkan erat-erat sehelai kawat halus lagi kuat. kawat halus tersebut ditumpu pada sebuah katrol dan ujung kawat diberi beban, misalnya sebesar  $g$  gram. Garpu tala digetarkan dengan elektromagnet secara terus menerus, hingga amplitudo yang ditimbulkan oleh garpu tala konstan.

Untuk menggetarkan ujung kawat A dapat pula dipakai alat vibrator. Dalam kawat akan terbentuk pola gelombang stasioner. Jika diamati akan terlihat adanya simpul dan perut di antara simpul-simpul tersebut. Diantara simpul-simpul itu antara lain adalah A dan K, yaitu ujung-ujung kawat tersebut, ujung A pada garpu tala dan simpul K pada bagian yang ditumpu oleh katrol. Pada seluruh panjang kawat  $AK = L$  dibuat terjadi 4 gelombang, maka kawat mempunyai  $n_1 = L$ . Jika  $f$  adalah frekuensi getaran tersebut, maka cepat rambat gelombang dalam kawat adalah  $v_1 = f \cdot n_1 = fL$ . Jadi, sekarang beban ditambah hingga menjadi 4 gram, maka pada seluruh panjang kawat ternyata hanya terjadi 2 gelombang, jadi  $n_2 = L$ ,  $n_2 = L$  sehingga  $v_2 = f \cdot n_2 = fL$

Kemudian beban dijadikan 16 gram, maka pada seluruh panjang kawat hanya terjadi satu gelombang, jadi  $n_3 = L$ , maka  $v_3 = f \cdot n_3 = fL$ . Beban dijadikan 64 gram, maka pada seluruh panjang kawat hanya terjadi  $1/2$  gelombang, jadi  $n_4 = L$ ;  $n_4 = 2L$  sehingga  $v_4 = f \cdot n_4 = 2f \cdot L$

Dari hasil pengamatan ini, maka timbul suatu anggapan atau dugaan, bahwa agaknya ada hubungan antara cepat rambat gelombang dengan berat beban, yang pada hakekatnya merupakan tegangan dalam kawat. data pengamatan tersebut di atas kita susun sebagai :

| Pengamatan | $F$   | $n$        | $v$         |
|------------|-------|------------|-------------|
| I          | $g$   | $n_1 = L$  | $v_1 = fL$  |
| II         | $4g$  | $n_2 = L$  | $v_2 = fL$  |
| III        | $16g$ | $n_3 = L$  | $v_3 = fL$  |
| IV         | $64g$ | $n_4 = 2L$ | $v_4 = 2fL$ |

Data di atas kita olah sebagai berikut :

$$v_2/v_1 = 2, \text{ dan } F_2/F_1 = 4$$

$$v_3/v_1 = 4, \text{ dan } F_3/F_1 = 16$$

$$v_4/v_1 = 8, \text{ dan } F_4/F_1 = 64$$

Kesimpulan: Cepat rambat gelombang dalam tali, kawat, dawai berbanding

senilai dengan akar gaya tegangan kawat, tali dawai tersebut. Percobaan di atas diulang kembali dengan bahan sama, panjang kawat tetap, beban sama (dimulai dari 16g gram), hanya saja luas penampang kawat dibuat 4 kali lipat, maka dapat kita amati sebagai berikut :

$$v_1 = L ; v'_1 = fL$$

$v_3 = f \cdot L$  (dari percobaan pertama, dengan menggunakan 16g gram) maka

$$v_1/v_3 = \dots$$

Percobaan diulangi lagi dengan beban tetap 16g gram, akan tetapi kawat diganti dengan kawat yang berpenampang 16 kali lipat (dari bahan yang sama dan panjang tetap), maka dalam kawat terjadi 4 gelombang, sehingga :

$$v_2 = L ; v_2 = fL \text{ sehingga : } v_2/v_3 = \dots$$

Apabila panjang kawat tetap dan dari bahan yang sama, sedangkan penampang diubah, maka berarti sama dengan mengubah massa kawat. Jika massa kawat semula adalah  $m_1$ , maka pada percobaan tersebut massa kawat berturut-turut diubah menjadi  $m_2 = 4 m_1$  dan  $m_3 = 16 m_1$ . Berdasarkan data percobaan kedua, maka setelah diolah sebagai berikut :

$$v_1/v_3 = \dots \text{ dan } m_2/m_1 = 4m_1/m_1 = 4$$

$$v_2/v_3 = \dots \text{ dan } m_3/m_1 = 16m_1/m_1 = 16$$

Dari pengolahan data tersebut dapatlah disimpulkan bahwa: Cepat rambat gelombang berbanding balik nilai akar kuadrat massa kawat, asalkan panjangnya tetap. Percobaan selanjutnya diulangi lagi, akan tetapi diusahakan agar massa kawat antara simpul-simpul A dan K tetap, sedangkan panjang AK variabel. Ternyata cepat rambatnya pun berubah pula, meskipun beban tidak berubah, Kalau jarak AK menjadi  $L$  jarak semula yaitu =  $L$ , maka cepat rambatnya menjadi  $L$  kali semula, sebaliknya jika panjang kawat AK dilipat empatkan dari AK semula, menjadi  $4L$ , maka cepat rambatnya menjadi 2 kali cepat rambat semula, asalkan massa kawat tetap. Dari percobaan ketiga ini dapatlah disimpulkan.

Untuk massa kawat yang tetap, maka cepat rambat gelombang berbanding senilai dengan akar kuadrat panjang kawat. Kesimpulan (2) dan (3) dapat disatukan menjadi : Cepat rambat gelombang dalam kawat berbanding terbalik nilai dengan akar massa persatuan panjang kawat. Jika massa persatuan panjang kawat ini dimisalkan atau dilambangkan dengan, maka kesimpulan (1) sampai dengan (3) di atas dapat dirumuskan menjadi :

$$v = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{F}{m}}$$

Dengan:  $v$  = cepat rambat gelombang dalam kawat (tali, dawai)  $F$  = gaya tegangan kawat  $m$  = massa persatuan panjang kawat  $k$  = faktor pembanding, yang dalam SI harga  $k = 1$ .

Kesimpulan (2) dan (3) dapat disatukan menjadi : Cepat rambat gelombang dalam kawat berbanding terbalik nilai dengan akar massa persatuan panjang kawat. Jika massa persatuan panjang kawat ini dimisalkan atau dilambangkan dengan, maka kesimpulan (1) sampai dengan (3) di atas dapat dirumuskan menjadi :

$$v = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{F}{m}}$$

Dengan:  $v$  = cepat rambat gelombang dalam kawat (tali, dawai)  $F$  = gaya tegangan kawat  $m$  = massa persatuan panjang kawat  $k$  = faktor pembanding, yang dalam SI harga  $k = 1$ .