



KINEMATIKA GELOMBANG

TOPIK 2

Mata Kuliah GELOMBANG-OPTIK

Sub Topik

Kecepatan Group dan Dispersi

Efek Dopler

Hukum Snellius

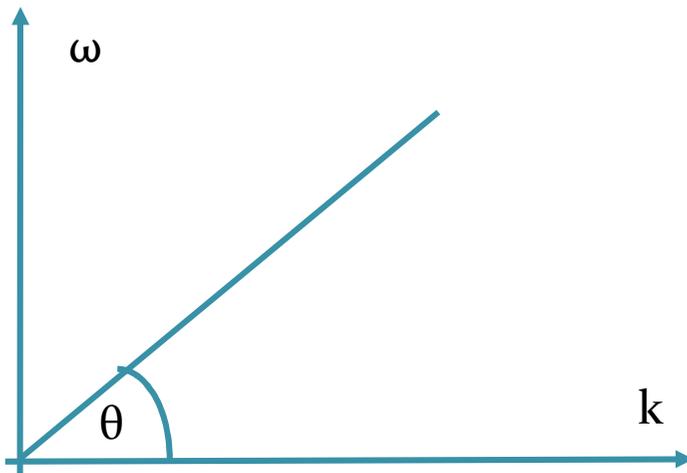
ANDHY SETIAWAN

Kecepatan group dan dispersi

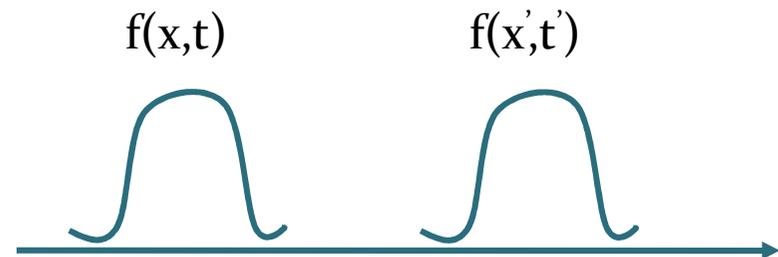
persamaan: $\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = 0$ Mempunyai cepat rambat $v = \omega/k$ yang konstan

Sehingga gelombangnya dinamakan gelombang non dispersif.

Grafiknya ditunjukkan:

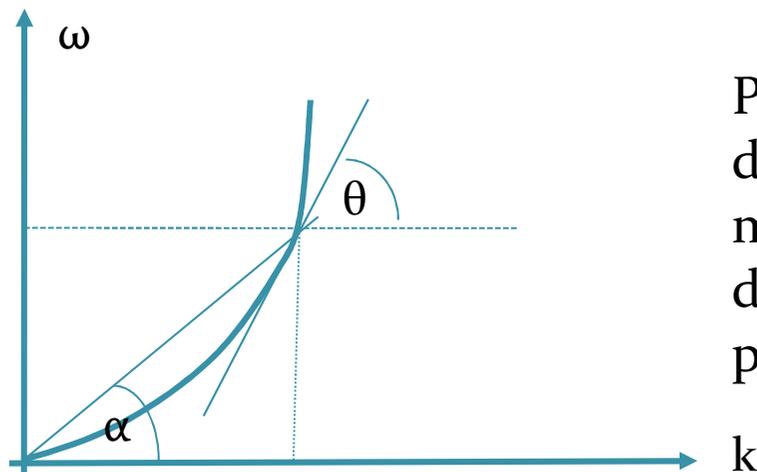


Gelombang ini akan merambat tanpa mengalami deformasi

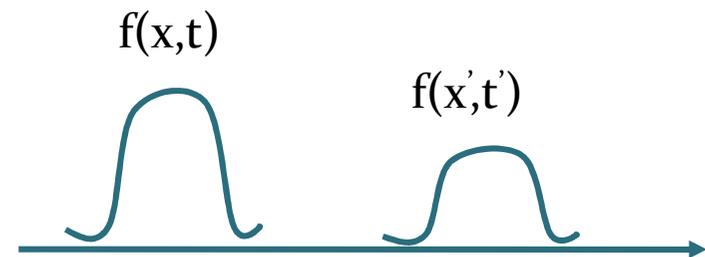


Untuk medium non dispersif: $\Rightarrow \frac{dv}{dk} = 0$ Kecepatan fase sama dengan kecepatan grup

Untuk medium dispersif, hubungan antara ω dan k tidak linier, grafiknya:



Pola gelombang dispersif mengalami deformasi saat perambatannya



Dari gambar ini kita dapat tuliskan kecepatan grup pada k tertentu :

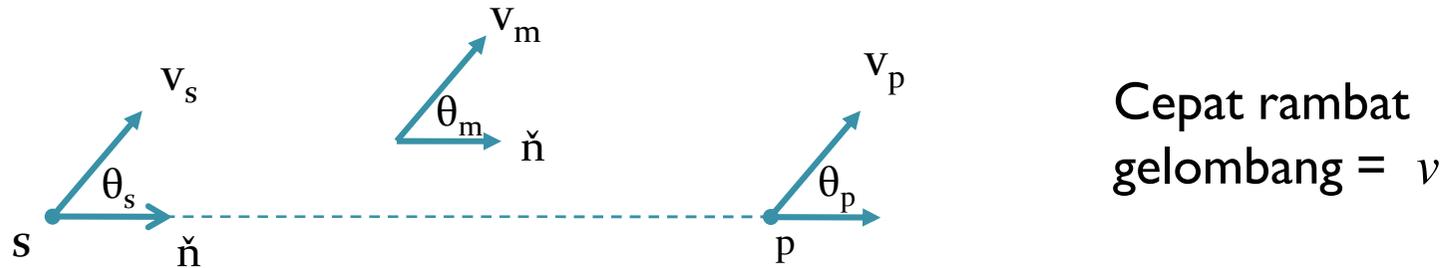
$$V_g = \tan(\theta) \quad \rightarrow \quad V_g = d\omega/dk$$

Kecepatan fasenya:

$$V = \tan(\alpha) \quad \rightarrow \quad V = \omega/k$$

EFEK DOPLER

Efek Dopler adalah perbedaan frekuensi karena adanya gerak relatif antara sumber dengan pengamatnya.



Dalam kerangka acuan sumber:
 ↳ Kecepatan gelombang u_s
 ↳ Panjang gelombang λ_s

$$u_s = v - v_s \cos \theta_s + v_m \cos \theta_m$$

Dalam kerangka acuan pengamat:
 ↳ Kecepatan gelombang u_p
 ↳ Panjang gelombang λ_p

$$u_p = v - v_p \cos \theta_p + v_m \cos \theta_m$$

Karena fase dan panjang gelombang tidak bergantung pada kerangka acuan, maka:

$$\lambda_s = \lambda_p \longrightarrow \frac{u_s}{f_s} = \frac{u_p}{f_p} \longrightarrow f_p = \frac{u_p}{u_s} f_s$$

$$u_s = v - v_s \cos \theta_s + v_m \cos \theta_m$$

$$u_p = v - v_p \cos \theta_p + v_m \cos \theta_m$$

$f_p = \frac{u_p}{u_s} f_s$

$$f_p = \frac{v_m \cos \theta_m + v - v_p \cos \theta_p}{v_m \cos \theta_m + v - v_s \cos \theta_s} f_s$$

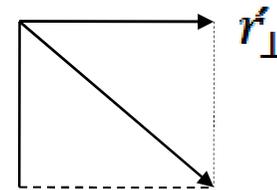
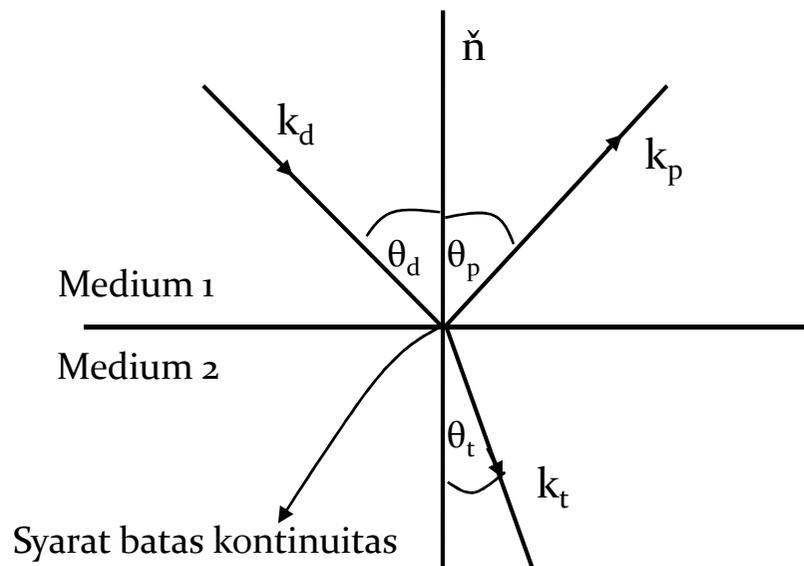
Contoh kasus, bila sumber berada disebelah kiri pengamat dan bergerak saling mendekati, serta medium tidak bergerak, maka $v_m = 0$, $\theta_s = 0$, dan $\theta_p = \pi$.

Sehingga persamaannya:

$$f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

Hukum Snellius

- @ Sinar datang, sinar pantul, sinar bias, garis normal terletak pada satu bidang datar.
- @ $\theta_d = \theta_p$
- @ $\frac{\sin \theta_d}{\sin \theta_t} = \alpha$; $\alpha = \text{konstanta}$



$$\bar{k}_d \cdot \hat{r}_{\perp} = \bar{k}_p \cdot \hat{r}_{\perp} = \bar{k}_t \cdot \hat{r}_{\perp}$$

$$\hat{r}_{\perp} = \hat{n} \times (\hat{r} \times \hat{n})$$

$$k_d \cdot (n \times (r \times n)) = k_p \cdot (n \times (r \times n)) = k_t \cdot (n \times (r \times n))$$

$$(\hat{r} \times \hat{n}) \cdot (\bar{k}_d \times \hat{n}) = (\hat{r} \times \hat{n}) \cdot (\bar{k}_p \times \hat{n}) = (\hat{r} \times \hat{n}) \cdot (\bar{k}_t \times \hat{n})$$

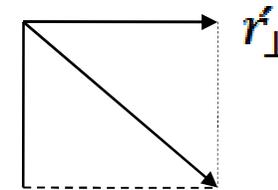
Maka:

$$(\bar{k}_d \times \hat{n}) = (\bar{k}_p \times \hat{n}) = (\bar{k}_t \times \hat{n})$$

$$(\bar{k}_d \times \hat{n}) = |\bar{k}_d| |\hat{n}| \sin \theta_d = k_d \sin \theta_d$$

$$(\bar{k}_p \times \hat{n}) = k_p \sin \theta_p$$

$$(\bar{k}_t \times \hat{n}) = k_t \sin \theta_t$$



$$\bar{k}_d \cdot \hat{r}_\perp = \bar{k}_p \cdot \hat{r}_\perp = \bar{k}_t \cdot \hat{r}_\perp$$

$$\hat{r}_\perp = \hat{n} \times (\hat{r} \times \hat{n})$$

Hubungan K_d dengan K_p

$K_d \sin \theta_d = K_p \sin \theta_p$ \Rightarrow Karena berada pada medium yang sama, $K_d = K_p$ maka:

$$\theta_d = \theta_p$$

Hubungan K_d dengan K_t

$$K_d \sin \theta_d = K_t \sin \theta_t$$

$$\frac{\sin \theta_d}{\sin \theta_t} = \frac{K_t}{K_d} = \frac{\omega/v_2}{\omega/v_1} = \frac{c/v_2}{c/v_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin \theta_d}{\sin \theta_t} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\# (\overline{k_d} \times \hat{n}) = (\overline{k_p} \times \hat{n})$$

$$\overline{k_p} \cdot (\overline{k_d} \times \hat{n}) = \overline{k_p} \cdot (\overline{k_p} \times \hat{n})$$

$$\overline{k_p} \cdot (\overline{k_d} \times \hat{n}) = 0 \quad \text{Maka:} \quad (\overline{k_d} \times \hat{n}) \perp \overline{k_p}$$

$(\overline{k_d} \times \hat{n}) \longrightarrow$ Membentuk suatu bidang, hasil vektornya tegak lurus bidang tsb.

Vektor nya tegak lurus k_p , maka k_p terletak pada bidang itu.

Kesimpulannya: k_d , k_p , dan n terletak pada satu bidang datar.