



GELOMBANG OPTIK

OSILASI TEREDAM
OSILASI TEREDAM DENGAN GAYA PEMACU

Andhy Setiawan

REVIEW

OSILASI HARMONIK SEDERHANA

◉ Osilasi bandul $\omega^2 = g/L$

◉ Osilasi pegas $\omega^2 = \frac{k}{m}$

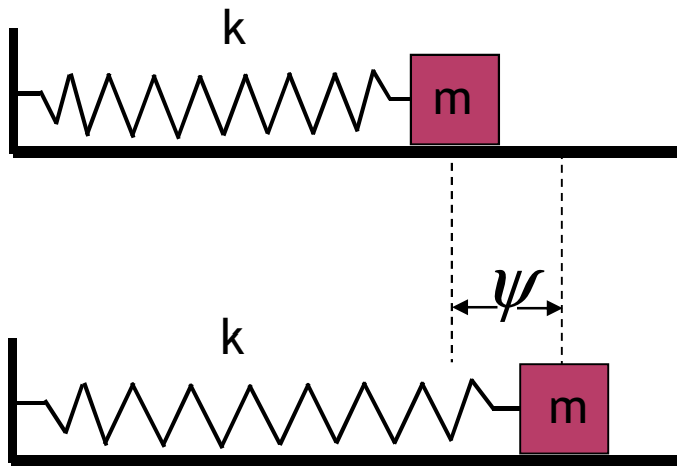
◉ Osilasi muatan/arus rangkaian LC $\omega^2 = \frac{1}{LC}$

ω disebut juga sebagai

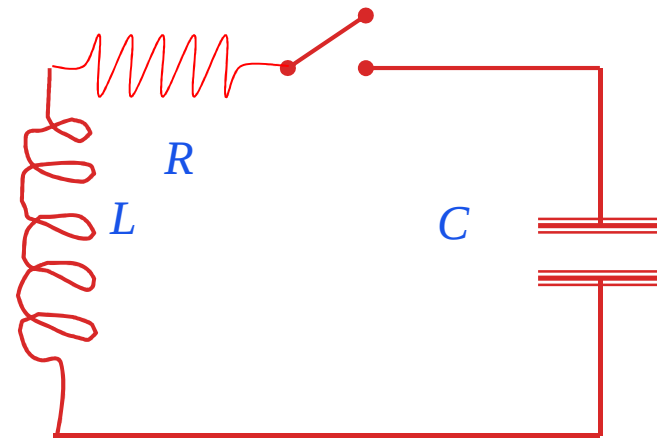
ω Frekuensi alamiah

ω Frekuensi karakteristik

OSILASI TEREDAM (DAMPED OSCILLATION)

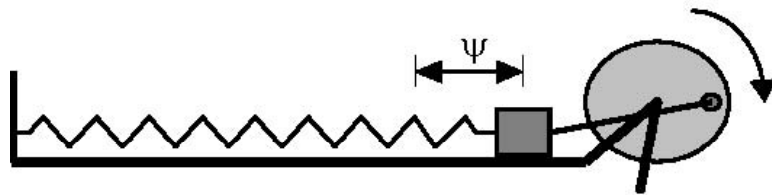
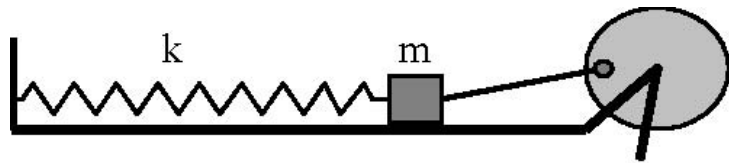


Ada gesekan

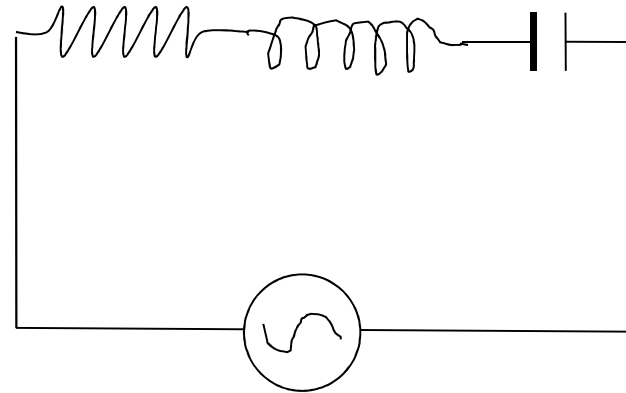


⦿ Bagaimana persamaan osilasinya?

OSLASI TEREDAM DENGAN GAYA PEMACU (FORCED DAMPED OSCILLATION)



$$F(t) = F_0 \cos(\Omega t + \varphi)$$



$$V(t) = V_0 \cos(\Omega t + \varphi)$$

- ◉ Bagaimana Persamaan Osilasinnnya

DISKUSIKAN SECARA KELOMPOK

OSILASI TEREDAM

gaya gesekan antara benda dan lantai tidak diabaikan, maka gaya gesekan ini sebanding dengan kecepatan v

$$f \propto \frac{d\varphi}{dt}$$

$$f = -b \frac{d\varphi}{dt}$$

Besaran b disebut konstanta redaman

Sehingga persamaan geraknya menjadi:

$$m \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k\varphi + b \frac{d\varphi}{dt} = 0$$

$$D = \frac{d}{dt}$$

adalah operator diferensial :

$$(mD^2 + bD + k)\psi = 0$$

$$\left(D^2 + \frac{b}{m}D + \frac{k}{m} \right) \psi = 0$$

Akar-akar dari persamaan ini adalah:

$$D_{1,2} = -\frac{b}{2m} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2m}\right)^2 - \left(\frac{k}{m}\right)}$$

$$D_{1,2} = -\Gamma \pm \sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}$$

Γ dikenal sebagai faktor redaman.

Sehingga solusinya adalah:

$$\psi(t) = C_1 e^{\left(-\Gamma - \sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}\right)t} + C_2 e^{\left(-\Gamma + \sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}\right)t}$$

$$\psi(t) = e^{-\Gamma t} \left(C_1 e^{\left(-\sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}\right)t} + C_2 e^{\left(\sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}\right)t} \right)$$

Berdasarkan faktor redamannya, osilasi teredam terbagi menjadi 3 :

1. Osilasi Teredam Kurang (Under damped Oscillation)

Terjadi apabila $\Gamma^2 < \omega_0^2$ maka $\sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2} = i\omega$, dengan $\omega^2 = |\Gamma^2 - \omega_0^2|$ sehingga persamaannya menjadi :

$$\psi(t) = e^{-\Gamma t} (C_1 e^{-i\omega t} + C_2 e^{i\omega t})$$

atau dapat ditulis:

$$\psi(t) = Ce^{-\Gamma t} \sin(\omega t + \varphi)$$

2. Osilasi Teredam lebih (Over damped Oscillation)

Terjadi bila $\Gamma^2 > \omega_0^2$ maka $\sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2} = \omega$ maka persamaannya menjadi:

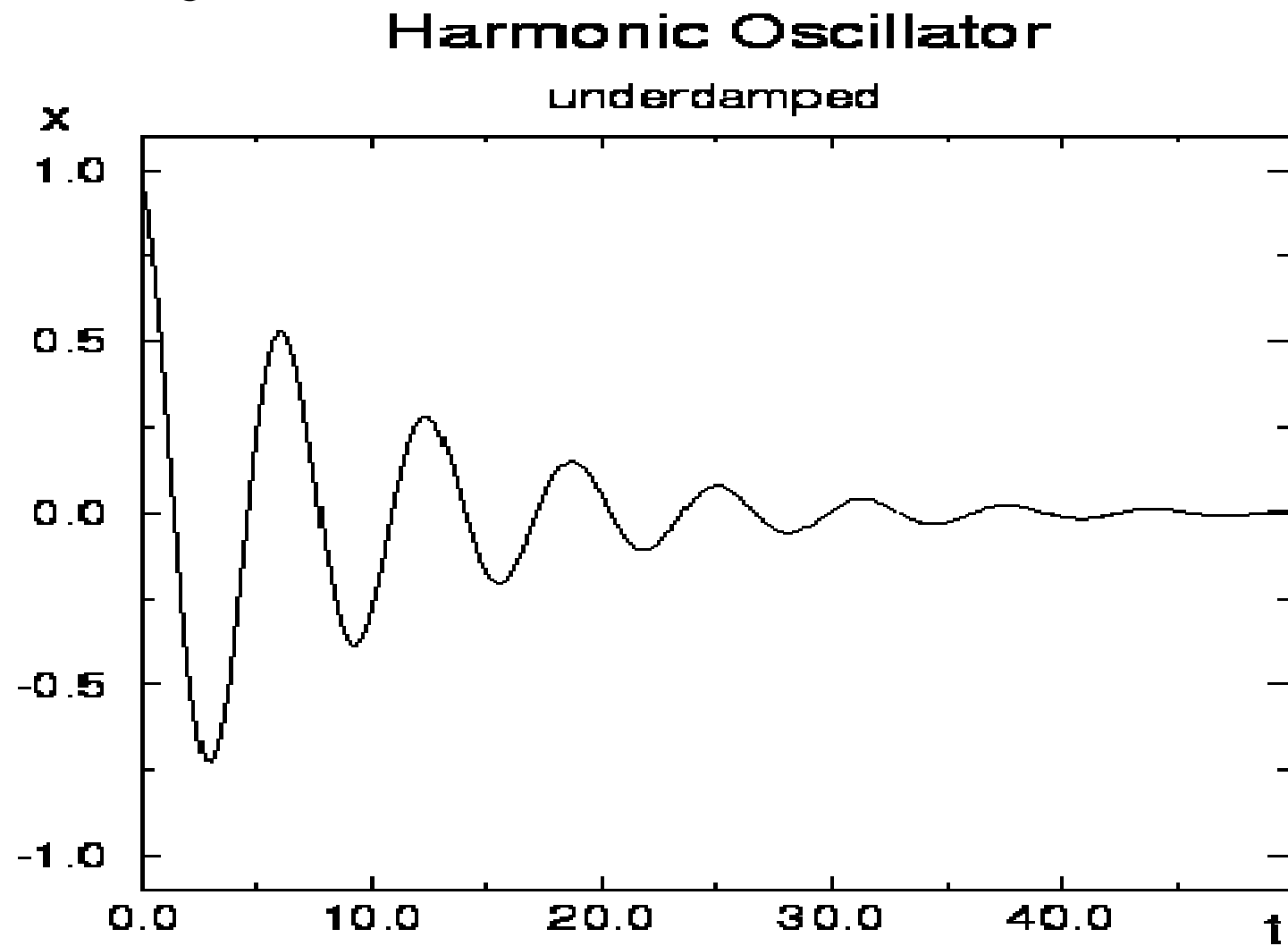
$$\psi(t) = e^{-\Gamma t} (C_1 e^{-\omega t} + C_2 e^{\omega t})$$

3. Osilasi Teredam Kritis (Critically damped Oscillation)

Terjadi apabila $\Gamma^2 = \omega_0^2$ maka persamaannya menjadi

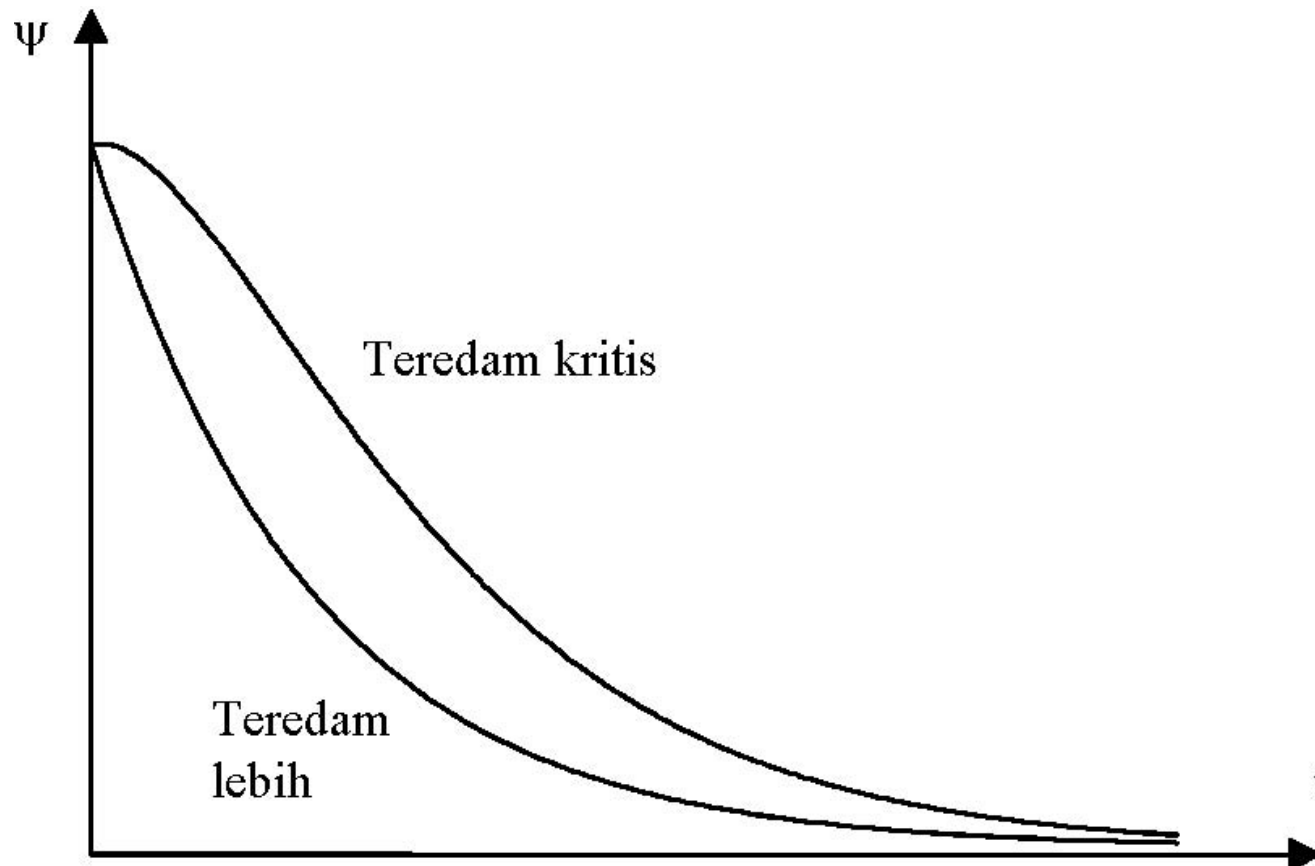
$$\psi(t) = (A + Bt) e^{-\Gamma t}$$

Bentuk grafik



GRAFIK FUNGSI OSILASI

- ◉ teredam lebih (over damped)
- ◉ teredam kritis (critically damped)

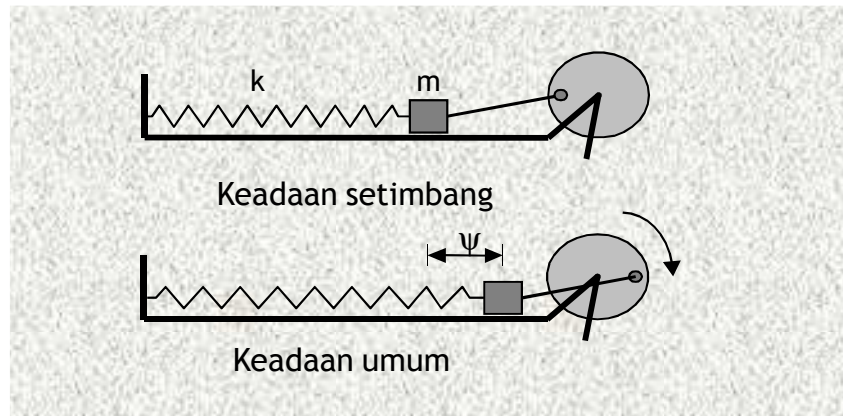


BERBEDA TAPI SAMA



Supaya nyaman harus dijaga supaya osilasi

OSILASI TEREDAM DENGAN GAYA PEMACU



Misalkan gaya pemacu mempunyai persamaan $F(t) = F_0 \cos(\Omega t + \varphi)$, maka persamaan gerak osilasinya adalah

$$m \frac{d^2 \psi}{dt^2} + b \frac{d\psi}{dt} + k\psi = F_0 \cos(\Omega t + \varphi)$$

Solusinya $\psi(t) = \psi_p(t) + \psi_k(t)$

$\psi_p(t)$ solusi pelengkap

$\psi_k(t)$ solusi khusus

Bentuk umum solusi khusus untuk kasus ini $\psi_k = A \cos(\Omega t + \varphi - \delta)$

Untuk menentukan A dan δ substitusi $\psi_k(t)$ pada persamaan gerak osilasi, sehingga diperoleh

$$\left[A \{ (\omega_0^2 - \Omega^2) \cos(\delta) + 2\Gamma\Omega \sin(\delta) \} - \frac{F}{m} \right] \cos(\Omega t + \varphi) + A \{ (\omega_0^2 - \Omega^2) \sin(\delta) - 2\Gamma\Omega \cos(\delta) \} \sin(\Omega t + \varphi) = 0$$

Persamaan tersebut akan terpenuhi jika koefisien dari $\cos(\Omega t + \varphi) = 0$, dan koefisien dari $\sin(\Omega t + \varphi) = 0$.

Koefisien $\sin(\Omega t + \varphi) = 0$, maka $(\omega_0^2 - \Omega^2) \sin(\delta) - 2\Gamma\Omega \cos(\delta) = 0$ sehingga diperoleh

$$\tan(\delta) = \frac{2\Gamma\Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$$

Koefisien $\cos(\Omega t + \varphi) = 0$, maka $\left[A \{ (\omega_0^2 - \Omega^2) \cos(\delta) + 2\Gamma\Omega \sin(\delta) \} - \frac{F}{m} \right] = 0$,

sehingga dengan mensubstitusi nilai $\cos\delta$ dan $\sin\delta$ dari hubungan identitas trigonometri dan dari nilai $\tan\delta$, diperoleh

$$\cos^2 \delta = \frac{1}{\tan^2 \delta + 1} \rightarrow \cos \delta = \sqrt{\frac{1}{\tan^2 \delta + 1}} \quad A = \frac{F/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + (2\Gamma\Omega)^2}}$$

$$\sin \delta = \cos \delta \tan \delta$$

Berdasarkan persamaan terakhir, dapat disimpulkan bahwa nilai A akan maksimum bila nilai $\Omega = \omega_0$. Pada saat keadaan ini tercapai, dikenal sebagai peristiwa resonansi.

Jadi peristiwa Resonansi adalah? (Buat dengan kalimat sendiri)