

Pokok Bahasan : Gerak Melingkar
Pertemuan : 7
TIU : Mahasiswa dapat menjelaskan tentang benda yang bergerak dalam bidang datar dan melingkar

Tujuan Instruksional Khusus :

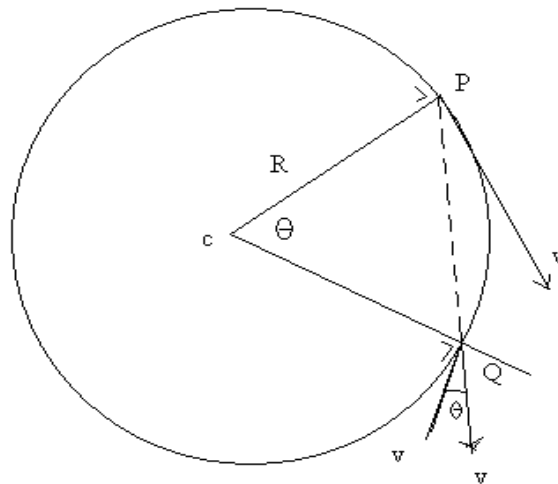
Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dapat :

- ❖ Menentukan benda dalam gerak melingkar
- ❖ Menghitung kecepatan, percepatan dan posisi setiap benda yang bergerak melingkar.

GERAK LINGKAR

1. PERCEPATAN RADIAL

Suatu partikel yang bergerak pada suatu lingkaran dengan laju tetap, mempunyai percepatan yang senantiasa mengarah ke pusat lingkaran (percepatan radial) atau percepatan sentripetal. Besarnya percepatan tersebut ditentukan dengan cara sebagai berikut (lihat gambar 1). Sebuah partikel di titik P setelah t detik partikel di titik



Gambar : 1

$\Delta\theta$ adalah besar sudut perpindahan partikel itu. Karena laju partikel tetap maka terjadi perubahan vektor kecepatan. Oleh karena itu didapat hubungan :

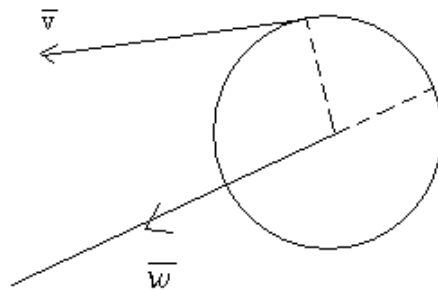
$$\begin{aligned} \Delta\theta &= \frac{\Delta S}{R}, \text{ untuk } \Delta t \text{ sangat kecil} \longrightarrow \Delta S = v\Delta t \\ \Delta S &= \frac{R}{v} \cdot \Delta v \\ \Delta S &= R \cdot \frac{\Delta v}{v} \\ \frac{\Delta S}{\Delta t} &= R \cdot \frac{\Delta v}{v \Delta t} \\ \frac{dS}{dt} &= R \cdot \frac{dv}{v dt} \\ v &= R \cdot a_r \text{ atau } a_r = \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$\frac{\overline{v}}{R}$$

dimana : a_r = percepatan radial

Dalam gerak melingkar terdapat dua vektor kecepatan yaitu :

- 1) Vektor kecepatan tangensial (linier) yang arahnya menyinggung lingkaran.
- 2) Vektor kecepatan sudut (angular) yang arahnya sumbu lingkaran (lihat gambar 2)



Gambar : 2

Kecepatan sudut (\overline{w}) rata-rata pada saat terjadinya perubahan besar sudut dari θ_1 ke θ_2 setelah perbedaan waktu selama t dapat dituliskan sebagai :

$$\overline{w} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$

$$\overline{w} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \dots \dots \dots (2)$$

Dan harga kecepatan sesaat adalah :

$$\overline{w} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\overline{w} = \frac{d\theta}{dt} \dots \dots \dots (3)$$

hubungan antara kecepatan tangensial (v) dengan kecepatan sudut (w) yaitu,

$$v = R \cdot w \dots \dots \dots (4)$$

Dengan demikian percepatan radial dapat juga di tulis dalam bentuk :

$$a_r = w \cdot v \text{ atau } a_r = w^2 \cdot R$$

Contoh soal 1

Bulan berputar mengelilingi bumi dengan laju dianggap tetap buat satu putaran dalam 27,3 hari. Jika lintasan orbit dapat dianggap lingkaran dengan jari-jari 385×10^6 meter, hitunglah percepatan bulan menuju bumi ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}v &= \frac{2 \pi R}{T} = \frac{2 \cdot (3,14) \cdot (385 \times 10^6)}{23,6 \times 10^5} \\&= 1024,5 \text{ m/det} \\a_r &= \frac{v^2}{R} = \frac{(1024,5)^2}{385 \times 10^6} \\&= 0,003 \text{ m/det}^2\end{aligned}$$

2. PERCEPATAN SUDUT.

Apabila pada waktu t_0 kecepatan sudut w_0 dan pada waktu t kecepatan sudutnya adalah w maka percepatan sudut rata-rata adalah (lihat gambar 3),

$$\bar{\lambda} = \frac{w - w_0}{t - t_0} \dots\dots\dots(5)$$

Dan percepatan sudut sesaat adalah :

$$\lambda = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{dw}{dt} \dots\dots\dots(6)$$

3 .PERSAMAAN GERAK LINGKAR

Pada gerak lingkaran berubah beraturan dimana percepatan sudut tetap maka persamaan untuk kecepatan sudut yaitu :

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{dw}{dt} \longrightarrow dw = \lambda dt \\ \int_{w_0}^w dw &= \int_{t_0}^t \lambda dt\end{aligned}$$

Untuk $t_0 = 0$ maka di peroleh :

$$W = W_0 = W_0 + \alpha t$$

Besar sudut yang di tempuh dinyatakan dengan persamaan :

$$W = \frac{d\theta}{dt} \longrightarrow d\theta = W dt$$

$$\int_0^\theta d\theta = \int_{t_0}^t dt w$$

Untuk $\theta = 0$ dan $t_0 = 0$ maka di peroleh :

$$\theta = W_0 t + \frac{1}{2} \alpha t$$

Persamaan untuk gerak lingkaran dapat di jabarkan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{dw}{dt} \longrightarrow \int_0^\theta a d\theta = \int_w^w dw$$

Untuk $\theta = 0$, maka diperoleh :

$$w_t^2 = w_o^2 + 2\alpha\theta$$

Apabila partikel bergerak membentuk lingkaran dengan laju yang tidak tetap maka terdapat 2 vektor yaitu :

1. Vector percepatan tangensial yang arahnya merupakan garis singgung pada lingkaran
2. Vector percepatan radial yang mengarah ke pusat lingkaran

Kedua vector percepatan itu menghasilkan percepatan total Berdasarkan persamaan $V = V_0 + at$ maka kecepatan tangensial at

$$a_t = \frac{V - V_0}{T - T_0}$$

$$= \frac{WR - \alpha_0 R}{T - T_0}$$

$$= R \left(\frac{\Delta W}{\Delta t} \right) = R \cdot \alpha$$

Percepatan tangensial sesaat $a_t = R \left(\frac{dw}{dt} \right)$
 $= R \alpha$

Sehingga Percepatan total :

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$$

$$= \sqrt{(w^2 r)^2 + \alpha^2 R^2}$$

Contoh soal

Sebuah partikel bergerak pada lingkaran jari – jari 6 m. kecepatan sudut berubah dengan waktu menurut fungsi $T = 2t^2 + 3t$. pada saat $t = 0$ partikel ada dalam keadaan berhenti di titik paling atas pada lingkaran. berapa besar percepatan radial dan percepatan total pada saat $t = 1$ detik (lihat gambar 5)

Penyelesaian :

Pada saat $t = 1$ detik

$$W = 2 (1) + 3 (1) = 5 \text{ rad/detik}$$

$$a_r = W^2 R$$

$$= 150 \text{ m/det}^2$$

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

$$= 4 (1) + 3$$

$$= 7 \text{ rad/det}^2$$

Percepatan total ,

$$a = \sqrt{(w2R)^2 + 2 R^2}$$

$$= 155,77 \text{ m/det}^2$$

Besar sudut yang di tempuh setelah $t = 1$ detik adalah :

$$w^2 = \omega_0^2 + 2 \alpha \theta$$

$$25 = 0 + 2 \cdot 7 \cdot \theta \text{ maka } \theta = 1,7857 \text{ rad} = 102^\circ 18,45$$

4. GAYA SENTRIPETAL

Sebuah benda yang bergerak melingkar mempunyai massa m dengan laju tetap dengan yang percepatan benda itu selalu ke arah pusat lingkara yang besarnya $A_r = \frac{v^2}{R}$ dari hokum newton II..

$$F = m \cdot A_r = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

Persamaan II disebut gaya sentripetal . dan kebalikan dari gaya tersebut di namakan gaya sentrifugal , arahnya selalu berlawanan

soal soal latihan

Sebuah piringan seragam berputar mengelilingi sebuah sumbu tetap mulai dari keadaan diam dan di percepat dengan percepatan sudut konstan . pada suatu saat piringan berputar 10 putaran/detik setelah menempuh 60 putaran lagi, laju sudutnya menjadi 15 put/s hitunglah:

- percepatan sudut
- waktu yang di butuhkan untuk menempuh 60 putaran
- waktu yang dibuthkan untuk mencapai laju sudut 10 put/s

Daftar Pustaka:

1. Sutrisno & Tan Ik Gie; Fisika Dasar, Jurusan Fisika FMIPA UI, 1984.
2. Dauglas C.Giancoli; General Physics; ITB, 1979; 1984.
3. Resnniick & Hallidday; Fisika; Erlangga, 1986.
4. D.L. Tobing, Fisika Dasar I, Gramedia Pustaka Utama, 1996
5. Sears & Zemansky, 1981, University Phisics.