

GERAK MELINGKAR

Definisi : gerak melingkar adalah gerak benda dengan lintasan berupa lingkaran, dimana jarak benda yang bergerak selalu sama ditinjau dari satu titik acuan.

Titik acuan yang dimaksud adalah titik pusat lingkaran

Jarak titik pusat lingkaran ke benda yang bergerak melingkar dinamakan jari-jari (r)

Besaran yang terdapat pada gerak melingkar adalah periode, frekwensi, kecepatan linier dan kecepatan sudut.

Periode : waktu yang diperlukan untuk satu kali putaran (T)

Frekwensi : jumlah putaran dalam satu detik (f).

Panjang lintasan sama dengan panjang busur, untuk satu putaran sama dengan keliling lingkaran

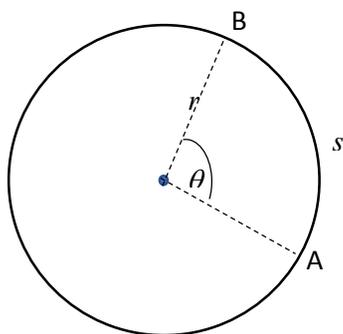
$$s = 2\pi r \dots\dots\dots (1)$$

Sudut satu putaran

$$\theta = 360^\circ = 2\pi \text{ rad} \dots\dots\dots (2)$$

Hubungan panjang lintasan dan sudut putaran dalam satu putaran (2) dan (1)

$$s = \theta r \dots\dots\dots (3)$$



s = busur AB

kecepatan linier

dalam gerak melingkar :

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (4)$$

s : panjang busur dalam satuan meter

karena dalam satu putaran jarak tempuh adalah sebesar $2\pi r$ dan waktu satu putaran sama dengan periode, maka persamaan (4) dapat ditulis dalam bentuk lain yaitu

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \dots\dots\dots (5)$$

Atau

$$v = 2\pi \cdot r f \dots\dots\dots (6)$$

kecepatan sudut

disebut juga kecepatan angular/kecepatan rotasi

$$\omega = \frac{\theta}{t} \dots\dots\dots (7)$$

Atau

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots (8)$$

atau $\omega = 2\pi f \dots\dots\dots (9)$

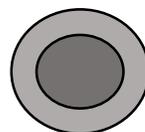
θ : besar sudut dalam satuan radian

Hubungan kecepatan linier dengan kecepatan sudut dalam gerak melingkar

$$v = \omega r \dots\dots\dots (10)$$

Hubungan antar roda

a. Sepusat



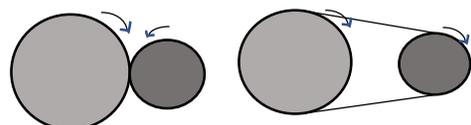
Sudut yang ditempuh oleh kedua roda sama besar dalam selang waktu yang sama, sehingga kedua roda memiliki kecepatan sudut yang sama

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2} \dots\dots\dots (11)$$

b. Bersinggungan / dihubungkan tali

Bila kedua roda bersinggungan, maka jarak tempuh kedua roda adalah sama, tetapi sudut putarnya tentu saja berbeda



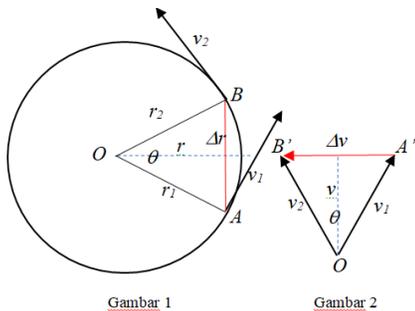
$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \dots\dots\dots (12)$$

Percepatan Sentripetal

Percepatan pada gerak melingkar arahnya menuju ke pusat lingkaran

Perhatikan gambar berikut:



Gambar 1 menunjukkan arah vektor kecepatan linier pada titik A dan B. juga menunjukkan arah vektor perpindahan (Δr) dari titik A ke B.

Gambaeer 2 menunjukkan arah selisih vektor kecepatan (Δv)

Selisih vektor kecepatan Δv (v₂ - v₁) memiliki arah ke pusat lingkaran.

besar Δv jika dihitung dalam satu satuan waktu merupakan perhitungan percepatan, artinya disini arah percepatan sama dengan arah vektor selisih kecepatan yaitu menuju ke pusat lingkaran.

Sekarang perhatikan kembali dua gambar diatas.

1. Arah vektor kecepatan selalu tegak lurus jari-jari.
2. Sudut yang dibentuk antara dua jari-jari sama dengan sudut yang dibentuk antara dua vektor kecepatan.
3. Segitiga OAB sebangun dengan segitiga OA'B',
4. Pada sudut θ kecil, berlaku r ~ r₁ ~ r₂ dan v ~ v₁ ~ v₂, sehingga berlaku:

$$\frac{|\Delta r|}{r} = \frac{|\Delta v|}{v}$$

$$|\Delta v| = \frac{v}{r} |\Delta r|$$

5. Pada sudut kecil |Δr| = v.t, sehingga

$$|\Delta v| = \frac{v}{r} |\Delta r|$$

$$|\Delta v| = \frac{v}{r} .v. |\Delta t|$$

$$\frac{|\Delta v|}{|\Delta t|} = \frac{v^2}{r}$$

$$a_{sp} = \frac{v^2}{r}$$

Persamaan terakhir adalah perhitungan percepatan pada gerak melingkar yang disebut dengan percepatan sentripetal yang besarnya adalah :

$$a_{sp} = \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (13)$$

Arah percepatan sentripetal mengikuti arah perubahan vektor kecepatan yaitu menuju ke pusat lingkaran.

Dengan cara lain perhitungan percepatan sentripetal dapat dihitung dengan rumus:

$$a_{sp} = \omega^2 r \dots\dots\dots (14)$$

Percepatan Anguler

Disebut juga percepatan sudut. Perubahan kecepatan sudut dalam satu satuan waktu. Muncul pada benda yang bergerak melingkar dipercepat atau diperlambat.

Besar percepatan anguler

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (15)$$

Hubungan percepatan linier (percepatan arah tangensial) dan percepatan sudut

Hubungan percepatan anguler dengan percepatan linier (percepatan tangensial)

$$a_T = \alpha .r \dots\dots\dots (16)$$

Gaya Sentripetal

Gaya sentripetal adalah gaya yang menyebabkan benda dapat berputar, arah gaya sentripetal menuju ke pusat lingkaran (jika arah menjauhi pusat dihitung negatif)

Besar gaya sentripetal :

$$F_{sp} = m \cdot a_{sp}$$

$$F_{sp} = m \cdot \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots(17)$$

Atau sama dengan:

$$F_{sp} = m \cdot \omega^2 \cdot r \dots\dots\dots (18)$$

$$F_{sp} = 4m\pi^2 f^2 r \dots\dots\dots (19)$$

F_{sp} = gaya sentripetal (N)

m = massa benda yang berputar (kg)

r = jari-jari putaran

v = kecepatan linier (kecepatan tangensial)

ω = kecepatan angular

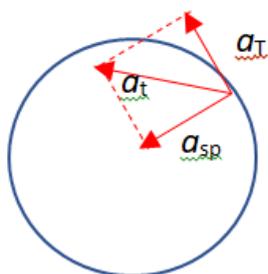
f = frekwensi

sumber dari gaya sentripetal bermacam-macam, misalnya jika kita memutar sebuah batu yang diikat pada ujung tali, maka gaya sentripetalnya berasal dari tegangan tali. Planet dapat mengelilingi matahari, karena ada gaya sentripetal yang berupa gaya gravitasi matahari. Mobil yang melintasi jalan tikungan juga sedang melakukan gerak melingkar meskipun tidak penuh, gaya sentripetalnya berasal dari gaya gesek antara roda dan jalan.

Percepatan Total Pada gerak Melingkar Berubah beraturan

Pada gerak melingkar berubah beraturan (GMBB), arah percepatan tidak lagi menuju ke pusat lingkaran sebagaimana pada gerak melingkar beraturan. Arah percepatan pada GMBB bergantung :pada percepatan tangensial dan percepatan sentripetalnya, sebagaimana dihitung dengan persamaan berikut

$$a_t = \sqrt{a_r^2 + a_{sp}^2} \dots\dots\dots (20)$$



Percepatan total merupakan penjumlahan vector dari percepatan tangensial dan percepatan sentripetal yang saling tegak lurus.

Jenis gerak melingkar

1. Gerak melingkar beraturan (GMB)
2. Gerak melingkar berubah beraturan (GMBB)

Gerak Melingkar Beraturan

Adalah gerak melingkar dengan kelajuan tetap, Berlaku persamaan-persamaan berikut:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \text{atau} \quad \Delta\theta = \omega \cdot \Delta t$$

Gerak Melingkar berubah beraturan

1. $\omega = \omega_o + \alpha t$
2. $\theta = \omega_o \cdot t + \alpha \cdot t^2$
3. $\omega^2 = \omega_o^2 + 2\alpha \cdot \theta$

(mirip dengan GLBB)