

Pembelajaran 4. GERAK MELINGKAR

Sumber. Modul Pendidikan Profesi Guru

Modul 1. Kinematika

Penulis ; Drs. Tarsisius Sarkin, M.Ed., Ph.D.

A. Kompetensi

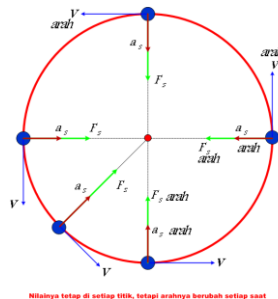
Menganalisis besaran fisis pada gerak melingkar dengan laju konstan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. menghitung kecepatan sudut benda pada gerak melingkar beraturan
2. menghitung kecepatan linier benda yang bergerak melingkar beraturan
3. menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi percepatan sentripetal suatu benda yang bergerak melingkar beraturan

C. Uraian Materi

Gerak melingkar beraturan adalah gerak yang lintasannya berbentuk lingkaran dengan laju konstan dan arah kecepatan tegak lurus terhadap arah percepatan. Arah kecepatan terus berubah sementara benda bergerak dalam lingkaran tersebut, tampak seperti pada Gambar . Oleh karena percepatan didefinisikan sebagai besar perubahan kecepatan, perubahan arah kecepatan menyebabkan percepatan.



Gambar 41. Gerak Melingkar Beraturan

Frekuensi dan Periode

Sebuah benda yang bergerak melingkar baik gerak melingkar beraturan ataupun yang tidak beraturan, gerakanya akan selalu berulang pada suatu saat tertentu. Banyaknya putaran setiap waktu disebut **frekuensi (f)** sedangkan lama waktu untuk melakukan satu putaran disebut **periode (T)**.

$$f = \frac{n}{t}, \quad T = \frac{t}{n}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

Dimana :
f : frekuensi (hertz)
n : jumlah putaran
t : waktu putar (sekon)
T : periode (sekon)

Posisi Benda pada Gerak Melingkar Beraturan

Jari-jari (r) adalah jarak titik partikel terhadap pusat lingkaran atau pusat rotasi yang besarnya tetap. **Posisi partikel** yang sedang bergerak melingkar dapat dinyatakan dengan koordinat polar yaitu representasi antara jari-jari dan sudut sebagai berikut:

$$\mathbf{r} = f(r, \theta)$$

Dimana:

\mathbf{r} = posisi partikel yang sedang melakukan gerak melingkar (meter, radian),

r = jari-jari yaitu jarak titik partikel terhadap pusat lingkaran (meter), dan

θ = sudut yang ditempuh partikel saat itu (radian).

Posisi partikel juga dapat dinyatakan dengan fungsi sudut terhadap waktu disebut **Posisi sudut**, yaitu:

$$\theta(t) = \omega \cdot t$$

Dimana:

$\theta(t)$ = besar sudut tempuh benda (rad)

ω = nilai kecepatan sudut (rad/s), dan

t = waktu tempuh benda (s).

Panjang lintasan benda yang bergerak melingkar dapat ditentukan dengan mengalikan besar sudut tempuh (θ) dengan jari-jari lingkaran, yaitu:

$$S = \theta r$$

Dimana:

S = panjang lintasan benda (m)

θ = sudut tempuh benda (rad), dan

r = jari-jari lingkaran (m).

Kecepatan

Kecepatan yang dialami partikel dalam gerak melingkar terdiri atas dua macam yaitu **kecepatan sudut** ($\vec{\omega}$) dan **kecepatan linier** (\vec{v}). Kecepatan sudut dan kecepatan linier memiliki hubungan:

$$\vec{v} = \vec{\omega} r \rightarrow \vec{\omega} = \frac{\vec{v}}{r}$$

Dimana:

$\vec{\omega}$ = Kecepatan sudut (rad/s),

\vec{v} = kecepatan linier (m/s), dan

r = jari-jari lingkaran (m).

Kecepatan sudut rata-rata ($\vec{\omega}$) diperoleh dari selisih posisi sudut dibagi selisih waktunya, yaitu:

$$\vec{\omega} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$

Dimana:

θ_1 = Posisi sudut awal (rad),

θ_2 = Posisi sudut akhir (rad),

t_1 = waktu saat benda di posisi awal (s), dan

t_2 = waktu saat benda di posisi akhir (s)

Kecepatan sudut sesaat ($\vec{\omega}$) diperoleh dari turunan posisi sudut terhadap waktu, yaitu:

$$\vec{\omega} = \frac{d\theta}{dt}$$

Dalam gerak melingkar beraturan kecepatan sudut benda tetap (nilai dan arahnya tetap) maka baik kecepatan sesaat maupun rata-ratanya akan bernilai sama. Sedangkan untuk kecepatan linier nilainya tetap tetapi arahnya selalu berubah. Kecepatan sudut ini sering disebut juga frekuensi sudut karena dapat diperoleh dari frekuensi, yaitu:

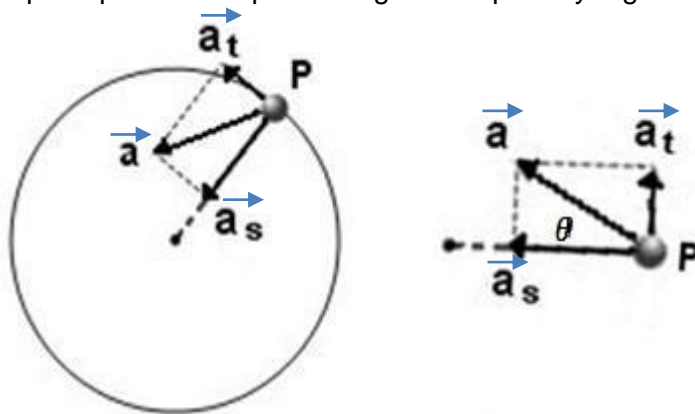
$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \text{ rad/s}$$

Dimana : π - 3,14

Percepatan

Percepatan adalah perubahan kecepatan setiap selang waktu. Untuk melihat apakah ada percepatan dalam gerak melingkar khususnya gerak melingkar beraturan, mari kita lihat vektor kecepatan sudut dan vektor kecepatan liniernya. Vektor kecepatan sudut ($\vec{\omega}$) memiliki dua komponen yaitu nilai dan arah. Perubahan nilai $\vec{\omega}$ akan menimbulkan **percepatan sudut ($\vec{\alpha}$)** dan dalam hal ini tidak ada perubahan arah $\vec{\omega}$ karena benda tentunya hanya berputar ke satu arah saja tidak bolak balik secara cepat dan terus menerus). Begitu pula vektor kecepatan linier (\vec{v}) mempunyai dua komponen yaitu nilai dan arah. Perubahan nilai \vec{v} akan menimbulkan **percepatan tangensial (\vec{a}_T)** dan perubahan arah \vec{v} akan menimbulkan **percepatan sentripetal (\vec{a}_s)**.

Gambar berikut mengilustrasikan arah percepatan sudut, percepatan tangensial, dan percepatan sentripetal dengan kecepatan yang berubah-ubah



Gambar 42. Percepatan tangensial dan sentripetal

Dari gambar diatas, percepatan \vec{a} merupakan percepatan total sebagai akibat dari resultan yang terjadi antara percepatan sentripetal (\vec{a}_s) dan percepatan tangensial (\vec{a}_T)

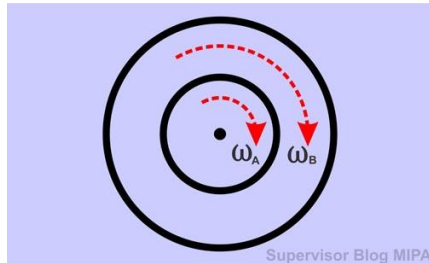
$$\vec{a} = \sqrt{\vec{a}_s^2 + \vec{a}_T^2}$$

Roda-roda terhubung

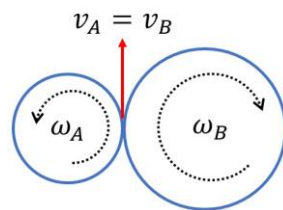
Gerak melingkar dapat dipindahkan dari sebuah benda berbentuk lingkaran ke benda lain yang juga berbentuk lingkaran, misalnya antara gir dengan roda pada

sepeda. Hubungan roda-roda pada gerak melingkar dapat berupa system langsung yaitu dengan memakai roda-roda gigi atau roda-roda gesek.

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 43. Roda sepusat (sumber : fisikabc.com)

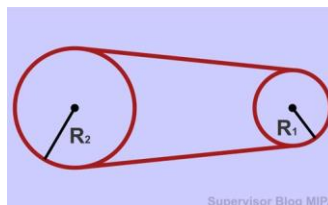


Gambar 44. roda tidak sepusat

Hubungan kedua roda:

$$\omega_1 = \omega_2$$

Hubung roda-roda untuk sistem tak langsung (perhatikan gambar berikut)



Gambar 45. Roda system tak langsung (sumber fisikabc.com)

$$v_1 = v_2 \rightarrow \omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$$

Dimana:

v_1 = kecepatan linier roda 1 (m/s)

v_2 = kecepatan linier roda 2 (m/s)

ω_1 = kecepatan sudut roda 1 (rad/s)

ω_2 = kecepatan sudut roda 2 (rad/s)

r_1 = jari-jari roda 1, dan

r_2 = jari-jari roda 2 (m).

D. Rangkuman

1. **Gerak melingkar beraturan (GMB)** adalah gerak suatu benda pada lintasan lingkaran dengan arah kecepatan yang berubah-ubah selalu tegak lurus dengan arah percepatan. Namun pada fenomena GMB meskipun kecepataannya berubah, lajunya tetap konstan.
2. Gerak melingkar beraturan ialah suatu gerak yang lintasannya berbentuk lingkaran dengan laju konstan dan arah kecepatan tegak lurus terhadap arah percepatan. Arah kecepatan terus berubah sementara benda bergerak dalam lingkaran tersebut, tampak seperti pada gambar diatas. Oleh karena percepatan didefinisikan sebagai besar perubahan kecepatan, suatu perubahan arah kecepatan mengakibatkan percepatan sebagaimana juga perubahan besar kecepatan. Dengan demikian, benda yang mengelilingi suatu lingkaran terus dipercepat, bahkan ketika lajunya tetap konstan ($v_1 = v_2 = v$).
3. Benda yang bergerak melingkar memiliki kecepatan sudut ω . Semakin besar kecepatan sudutnya, maka benda akan mengalami percepatan sudut α . Karenanya, percepatan sudut α , didefinisikan sebagai perubahan kecepatan sudut tiap satuan waktu.