

**SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016**

**MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN**

**FISIKA**

**BAB XVIII**

**GERAK MELINGKAR**



**Prof. Dr. Susilo, M.S**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN DIREKTORAT**

**JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

**2016**

## BAB XVIII

### GERAK MELINGKAR

#### 2.3 Materi Pokok: Gerak Meligkar

##### a. Kompetensi Inti.

Menguasai standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran yang diampu.

##### b. Kompetensi Dasar (KD)/Kelompok Kompetensi Dasar (KKD).

Kreatif dan inovatif dalam penerapan dan pengembangan bidang ilmu fisika dan ilmu-ilmu yang terkait

##### c. Uraian Materi Pembelajaran (dilengkapi dengan contoh *problem solving*).

Merencanakan ide/gagasan terkait gerak melingkar (misalnya pada hubungan roda-roda)

#### Besaran-Besaran dalam Gerak Melingkar

**Besaran-besaran dalam gerak melingkar beraturan** adalah periode ( $T$ ), frekuensi ( $f$ ), kecepatan linier ( $v$ ), kecepatan sudut atau kecepatan anguler ( $\omega$ ) dan percepatan sentripetal ( $a_s$ ). Gerak melingkar beraturan (GMB) merupakan gerak suatu benda yang menempuh lintasan melingkar dengan besar kecepatan tetap. Kecepatan pada GMB besarnya selalu tetap, namun arahnya selalu berubah, dan arah kecepatan selalu menyinggung lingkaran. Artinya, arah kecepatan ( $v$ ) selalu tegak lurus dengan garis yang ditarik melalui pusat lingkaran ke titik tangkap vektor kecepatan pada saat itu.

#### Besaran-Besaran Dalam Gerak Melingkar

##### 1. Periode (T) dan Frekuensi (f)

Waktu yang dibutuhkan suatu benda yang bergerak melingkar untuk melakukan satu putaran penuh disebut periode. Pada umumnya periode diberi notasi  $T$ . Satuan SI periode adalah sekon ( $s$ ). Banyaknya jumlah putaran yang ditempuh oleh suatu benda yang bergerak melingkar dalam selang waktu satu sekon disebut frekuensi. Satuan frekuensi

dalam SI adalah putaran per sekon atau hertz (Hz). Hubungan antara periode dan frekuensi adalah sebagai berikut.

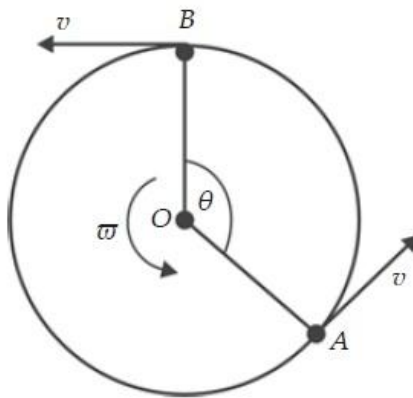
$$T = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

$T$  : periode (s)

$f$  : frekuensi (Hz)

## 2. Kecepatan Linear



Gambar 1. Benda bergerak melingkar

Misalkan sebuah benda melakukan gerak melingkar beraturan dengan arah gerak berlawanan arah jarum jam dan berawal dari titik A. Selang waktu yang dibutuhkan benda untuk menempuh satu putaran adalah  $T$ . Pada satu putaran, benda telah menempuh lintasan linear sepanjang satu keliling lingkaran ( $2\pi r$ ), dengan  $r$  adalah jarak benda dengan pusat lingkaran ( $O$ ) atau jari-jari lingkaran. Kecepatan linear ( $v$ ) merupakan hasil bagi panjang lintasan linear yang ditempuh benda dengan selang waktu tempuhnya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

Kita ketahui bahwa  $T = \frac{1}{f}$ , maka persamaan kecepatan linear dapat ditulis

$$v = 2\pi r f$$

### 3. Kecepatan Sudut (Kecepatan Anguler)

Sebelum mempelajari kecepatan sudut kita pahami dulu tentang radian. Satuan perpindahan sudut bidang datar dalam SI adalah radian (rad). Nilai radian adalah perbandingan antara jarak linear yang ditempuh benda dengan jari-jari lingkaran. Karena satuan sudut yang biasa digunakan adalah derajat, maka perlu kita konversikan satuan sudut radian dengan derajat. Kita ketahui bahwa keliling lingkaran adalah  $2\pi r$ . Misalkan sudut pusat satu lingkaran adalah  $\theta$ , maka sudut pusat disebut 1 rad jika busur yang ditempuh sama dengan jari-jarinya. Persamaan matematisnya adalah  $\theta = 2\pi r/r \text{ rad} \Leftrightarrow \theta = 2\pi \text{ rad}$ . Karena  $2\pi$  sama dengan  $360^\circ$  maka besarnya sudut dalam satu radian adalah sebagai berikut.

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{360^\circ}{2 \times 3,14} = 57,3^\circ$$

Dalam selang waktu  $\Delta t$ , benda telah menempuh lintasan sepanjang busur AB, dan sudut sebesar  $\Delta\theta$ . Oleh karena itu, kecepatan sudut merupakan besar sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Satuan kecepatan sudut adalah rad s<sup>-1</sup>. Selain itu, satuan lain yang sering digunakan untuk menentukan kecepatan pada sebuah mesin adalah rpm, singkatan dari rotation per minutes (rotasi per menit).

Karena selang waktu untuk menempuh satu putaran adalah T dan dalam satu putaran sudut yang ditempuh benda adalah  $360^\circ$  ( $2\pi$ ), maka persamaan kecepatan sudutnya adalah  $\omega = 2\pi/T$

Kita ketahui bahwa  $T = 1/f$  atau  $f = 1/T$ , sehingga persamaan kecepatan sudutnya ( $\omega$ ) menjadi sebagai berikut.

$$\omega = 2\pi f$$

Keterangan:

$\omega$  : kecepatan sudut (rad s<sup>-1</sup>)

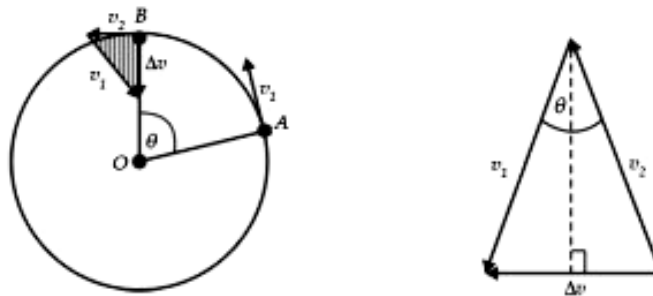
f : frekuensi (Hz)

T : periode (s)

#### 4. Percepatan Sentripetal

Benda yang melakukan gerak melingkar beraturan memiliki percepatan yang disebut dengan percepatan sentripetal. Arah percepatan ini selalu menuju ke arah pusat lingkaran. Percepatan sentripetal berfungsi untuk mengubah arah kecepatan.

Pada gerak lurus, benda yang mengalami percepatan pasti mengakibatkan berubahnya kelajuan benda tersebut. Hal ini terjadi karena pada gerak lurus arahnya tetap. Untuk benda yang melakukan gerak melingkar beraturan, benda yang mengalami percepatan kelajuannya tetap tetapi arahnya yang berubah-ubah setiap saat. Jadi, perubahan percepatan pada GMB bukan mengakibatkan kelajuannya bertambah tetapi mengakibatkan arahnya berubah. Ingat, percepatan merupakan besaran vektor (memiliki besar dan arah).



Gambar 2. Percepatan sentripetal.

Percepatan sentripetal dapat ditentukan dengan penguraian arah kecepatan.

Karena pada GMB besarnya kecepatan tetap, maka segitiga yang diarsir merupakan segitiga sama kaki. Kecepatan rata-rata dan selang waktu yang dibutuhkan untuk menempuh panjang busur AB ( $r$ ) dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$\frac{\frac{1}{2}\Delta v}{v} = \sin \frac{1}{2}\theta \Rightarrow \Delta v = 2v \sin \frac{1}{2}\theta$$

$$r\theta = v \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = r\theta/v$$

Jika kecepatan rata-rata dan selang waktu yang digunakan telah diperoleh, maka percepatan sentripetalnya adalah sebagai berikut.

$$a_s = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2v \sin \frac{1}{2}\theta}{r\theta/v} = \frac{v^2 \sin \frac{1}{2}\theta}{r \frac{1}{2}\theta}$$

Jika mendekati nol, maka persamaan percepatannya menjadi seperti berikut.

$$a_s = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v^2 \frac{\sin \frac{1}{2}\theta}{r}}{\frac{1}{2}\theta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{1}{2}\theta}{\frac{1}{2}\theta}$$

Karena  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{1}{2}\theta}{\frac{1}{2}\theta} = 1$ , maka

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

Karena  $v = r\omega$ , maka bentuk lain persamaan di atas adalah  $a_s = \omega^2 r$ . Jadi, untuk benda yang melakukan GMB, percepatan sentripetalnya ( $a_s$ ) dapat dicari melalui persamaan berikut.

$$a_s = \frac{v^2}{r} \text{ atau } a_s = \omega^2 r$$

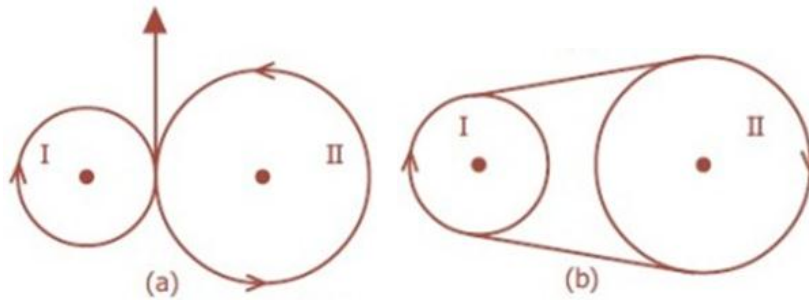
## 5. Hubungan Roda-Roda Pada Gerak Melingkar

**Hubungan roda-roda pada gerak melingkar** dapat kita jumpai pada sistem gerigi pada mesin. Gir transmisi pada mesin kendaraan bermotor atau sistem transmisi mesin menggunakan sabuk adalah salah satu contoh penerapan ilmu fisika tentang hubungan roda-roda pada gerak melingkar.

Gerak melingkar dapat kita analogikan sebagai gerak roda sepeda, sistem gir pada mesin, atau katrol. Pada dasarnya ada tiga macam hubungan roda-roda. Hubungan tersebut adalah hubungan antardua roda sepusat, bersinggungan, dan dihubungkan memakai sabuk (tali atau rantai).

### Hubungan Roda-Roda Pada Gerak Melingkar

Gerak melingkar dapat dipindahkan dari sebuah benda berbentuk lingkaran ke benda lain yang juga berbentuk lingkaran, misalnya antara gir dengan roda pada sepeda, gir pada mesin-mesin kendaraan bermotor, dan sebagainya. Hubungan roda-roda pada gerak melingkar dapat berupa sistem langsung yaitu dengan memakai roda-roda gigi atau roda-roda gesek, atau sistem tak langsung, yaitu dengan memakai streng/rantai/pita.



Hubungan roda-roda, (a) sistem langsung, dan (b) sistem tak langsung

Pada Gambar diatas menunjukkan roda I berputar atau bergerak melingkar beraturan hingga roda II mengikutinya bergerak melingkar beraturan. Hubungan roda-roda pada gerak melingkar, baik memakai sistem langsung atau tak langsung, kecepatan linier ( $v$ ) roda tersebut baik roda I dan II adalah sama, tetapi kecepatan sudutnya ( $\omega$ ) berlainan. Dengan demikian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$$

dengan:

$v_1$  = kecepatan linier roda I (m/s)

$v_2$  = kecepatan linier roda II (m/s)

$\omega_1$  = kecepatan sudut roda I (rad/s)

$\omega_2$  = kecepatan sudut roda II (rad/s)

$R_1$  = jari-jari roda I (m)

$R_2$  = jari-jari roda II (m)

**Contoh soal:**

Sebuah benda bermassa 200 gram di ikat dengan tali ringan kemudian diputar secara horizontal dengan kecepatan sudut tetap 5 rad/s seperti gambar berikut. jika panjang tali  $l = 60$  cm, maka besar gaya sentripeal yang bekerja pada benda adalah...

- A. 0,3 N
- B. 0,6 N
- C. 3 N
- D. 6 N

**Pembahasan:**

Diketahui:

$$m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\omega = 5 \text{ rad/s}$$

$$r = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

Ditanya:  $F_s = \dots$

Jawab:

Menghitung v:

$$V = \omega r = 5 \text{ rad/s} \cdot 0,6 \text{ m} = 3 \text{ m/s}$$

Menghitung  $F_s$ :

$$F_s = mv^2/r = 0,2 \text{ kg} (3 \text{ m/s}^2)/0,6 \text{ m}$$

$$F_s = 0,2 \text{ kg} \times 15 \text{ m/s}^2 = 3 \text{ N}$$

Jadi jawaban: C

d. **Referensi** (penulisan mengacu APA).

Giancoli, Douglas C., 2001, *Fisika Jilid I (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I, Terjemahan*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Tipler, P.A.,1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan)*, Jakarta: Penerbit Erlangga.