

KINEMATIKA 2 DIMENSI

GERAK PARABOLA

Gerak dalam 2-dimensi

Sebelumnya kita hanya membahas gerak benda jika hanya dalam 1-dimensi: perubahan posisi benda hanya dalam arah horizontal saja atau vertikal saja.

Pada kasus sehari-hari, benda bergerak tidak hanya dalam satu arah saja.



Photo by [Vincent Camacho](#) on [Unsplash](#)

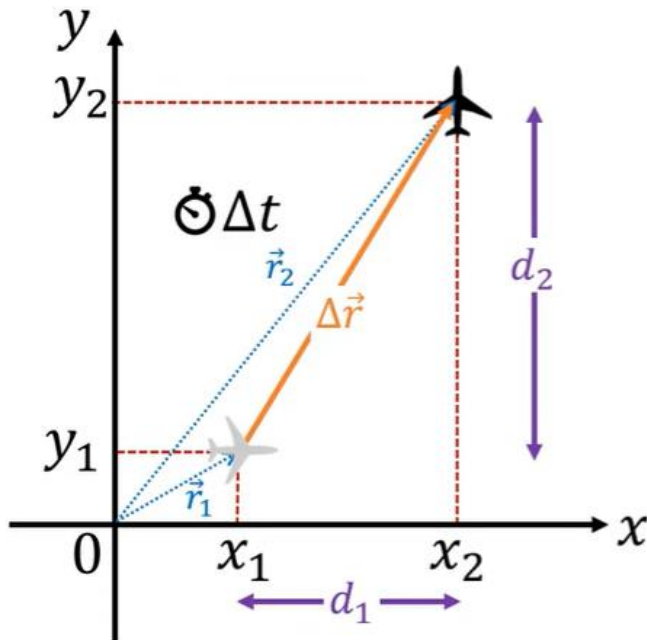


Photo by [Sven Kucinic](#) on [Unsplash](#)



Photo by [Blake Cheek](#) on [Unsplash](#)

Besaran gerak dalam 2-dimensi



Posisi awal: $\vec{r}_1 = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j}$

Posisi akhir: $\vec{r}_2 = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j}$

Jarak tempuh: total panjang lintasan yang ditempuh

$$d = d_1 + d_2$$

Perpindahan: perubahan posisi akhir terhadap awal

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (x_2 - x_1) \hat{i} + (y_2 - y_1) \hat{j}$$

Kecepatan rata-rata

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{(x_2 - x_1) \hat{i} + (y_2 - y_1) \hat{j}}{\Delta t}$$

Kecepatan sesaat

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j}$$

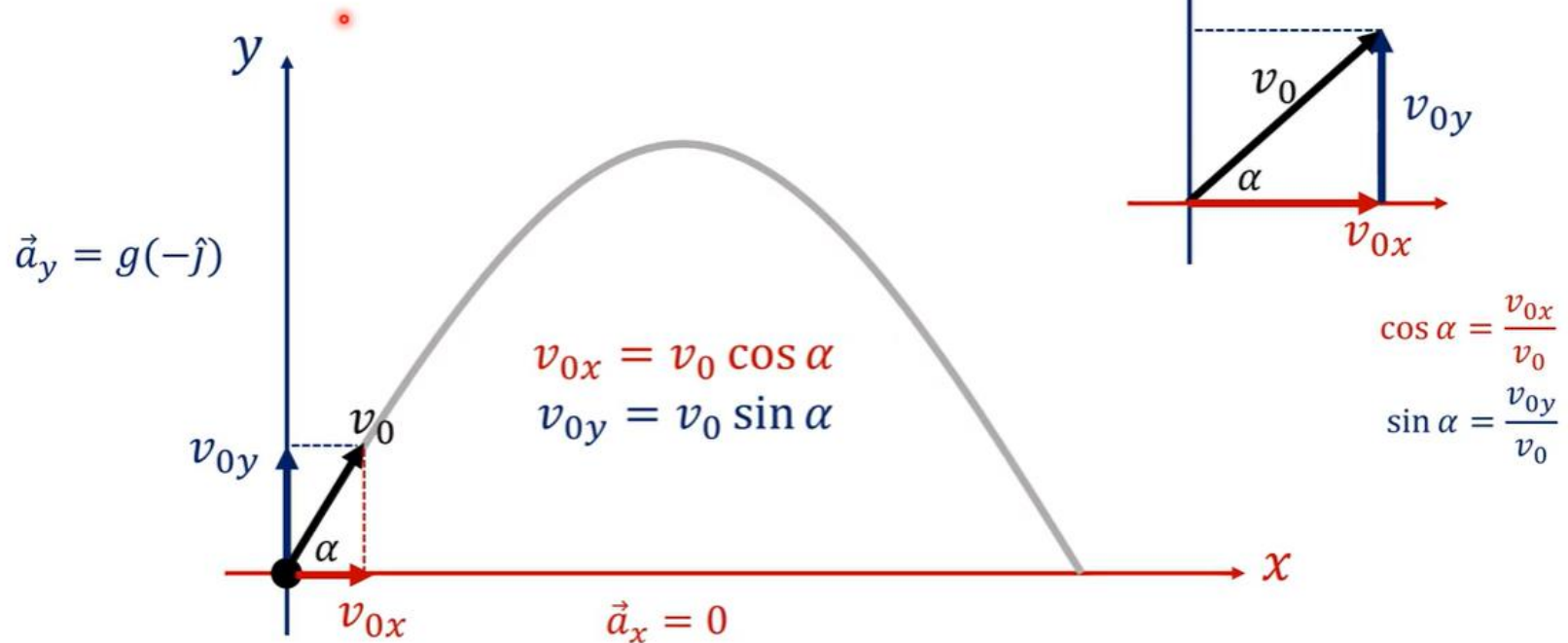
Percepatan rata-rata

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{(v_{x_2} - v_{x_1}) \hat{i} + (v_{y_2} - v_{y_1}) \hat{j}}{\Delta t}$$

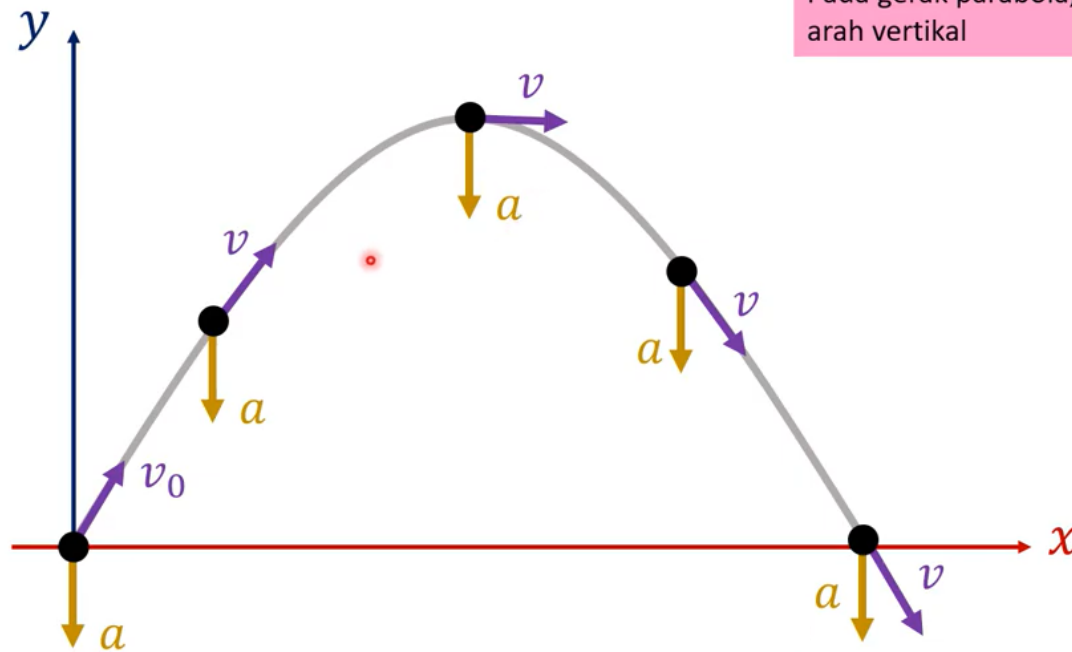
Percepatan sesaat

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j}$$

Gerak parabola/peluru



Arah percepatan dan kecepatan gerak parabola



Pada gerak parabola, percepatan hanya ada pada arah vertikal

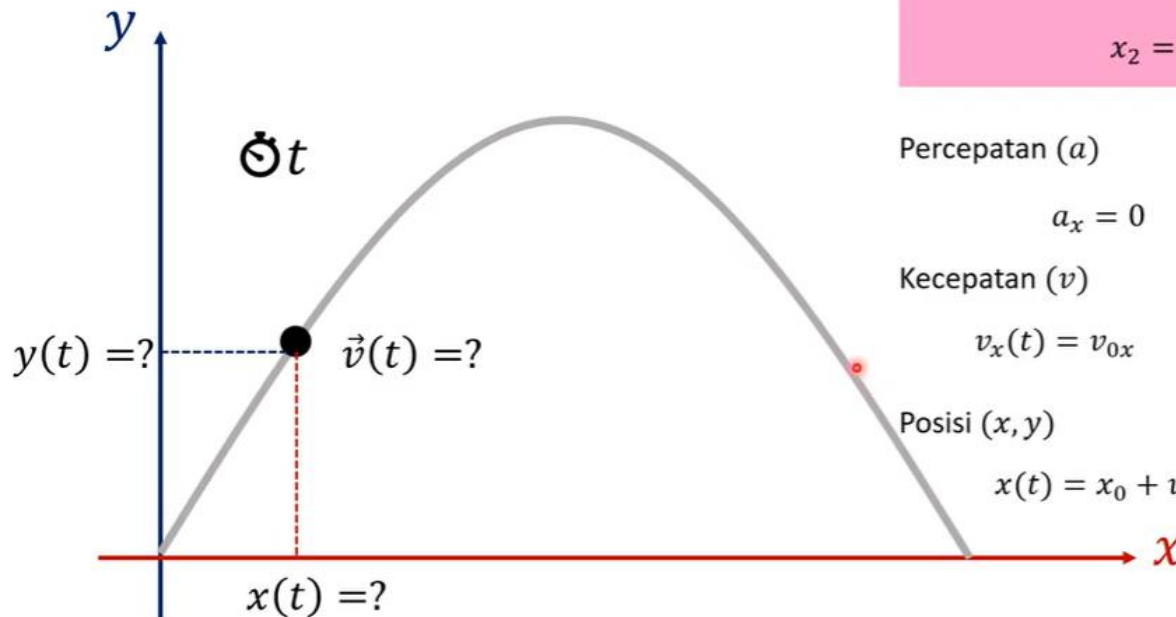


Besaran gerak pada gerak parabola

Ingat persamaan gerak pada kinematika 1-dimensi !

$$v_2 = v_1 + at$$

$$x_2 = x_1 + v_1 t + \frac{1}{2} at^2$$



Percepatan (a)

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

Kecepatan (v)

$$v_x(t) = v_{0x}$$

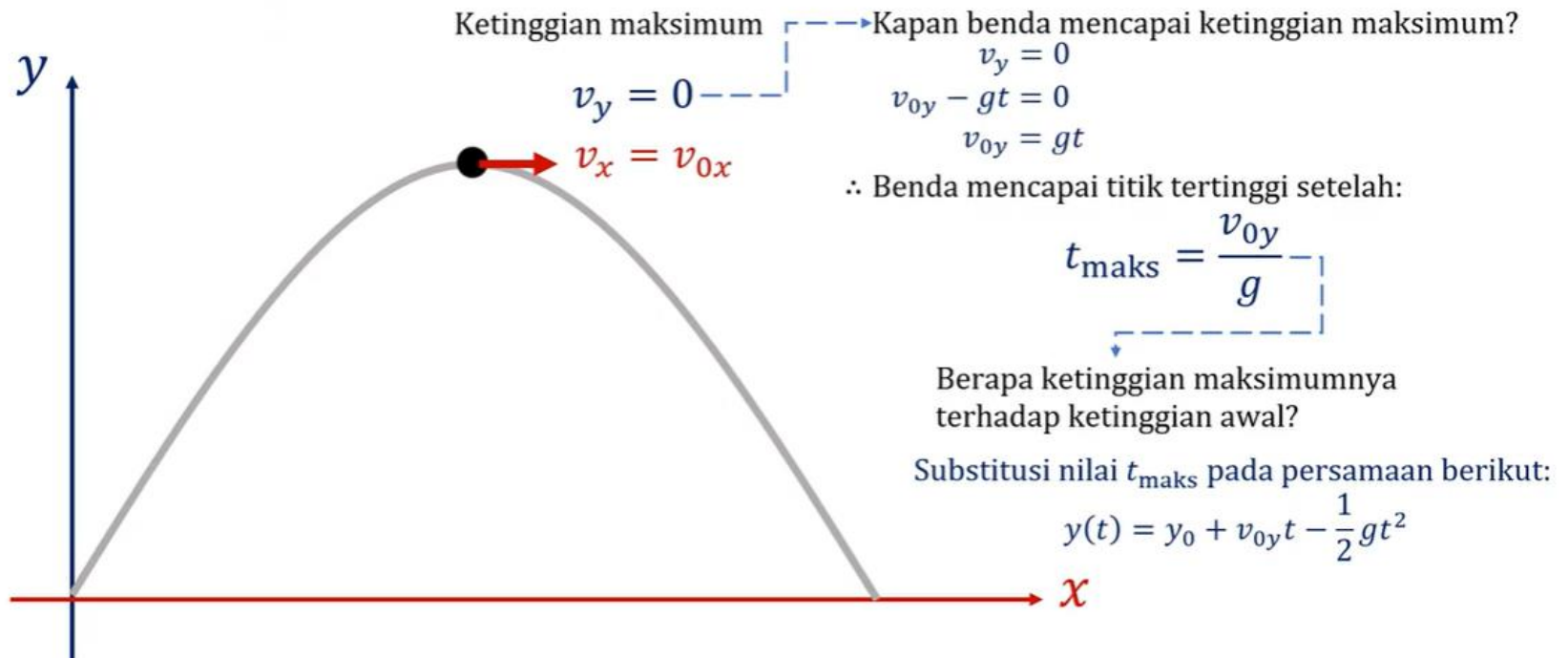
$$v_y(t) = v_{0y} - gt$$

Posisi (x, y)

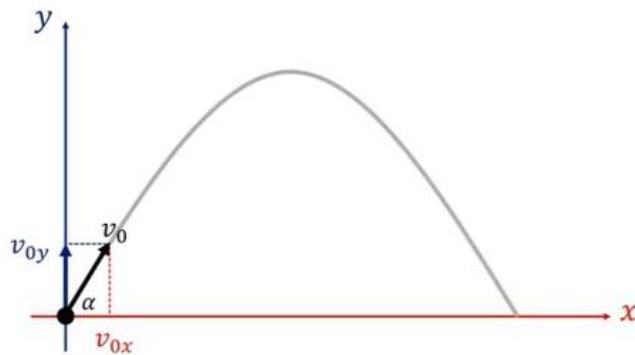
$$x(t) = x_0 + v_{0x}t$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Kondisi khusus: ketinggian maksimum



Persamaan gerak parabola



Percepatan: $\vec{a}(t) = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$

$$\vec{a}(t) = -g \hat{j}$$

Kecepatan: $\vec{v}(t) = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$

$$\vec{v}(t) = v_{0x} \hat{i} + (v_{0y} - gt) \hat{j}$$

Posisi: $\vec{r}(t) = x \hat{i} + y \hat{j}$

$$\vec{r}(t) = (x_0 + v_{0x}t) \hat{i} + (y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2) \hat{j}$$

Untuk memperoleh persamaan gerak (fungsi y terhadap x) maka variabel t dari persamaan posisi x disubstitusi ke persamaan posisi y .

Ambil kasus: $x_0 = 0, y_0 = 0$.

$$x = v_{0x}t \leftrightarrow t = \frac{x}{v_{0x}} \quad y = v_{0y} \left(\frac{x}{v_{0x}} \right) - \frac{1}{2}g \left(\frac{x}{v_{0x}} \right)^2$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} x - \frac{g}{2v_{0x}^2} x^2$$

Fungsi parabolik

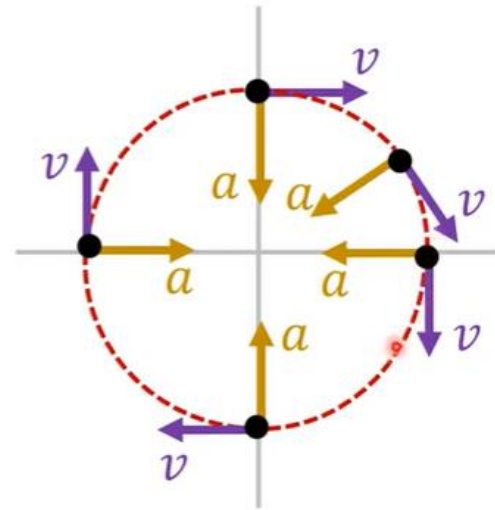
KINEMATIKA 2 DIMENSI

GERAK MELINGKAR BERATURAN

Gerak Melingkar



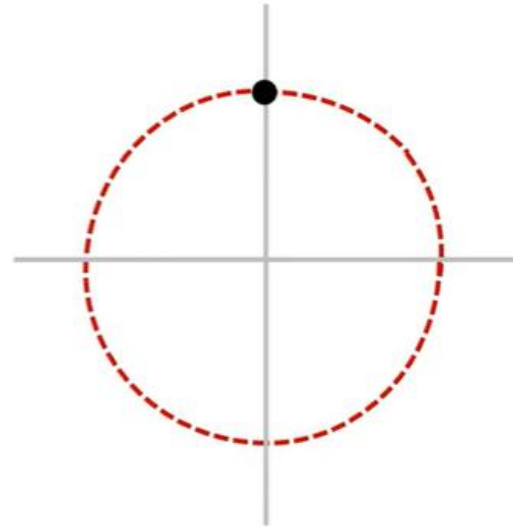
Photo by [Joshua Fuller](#) on [Unsplash](#)



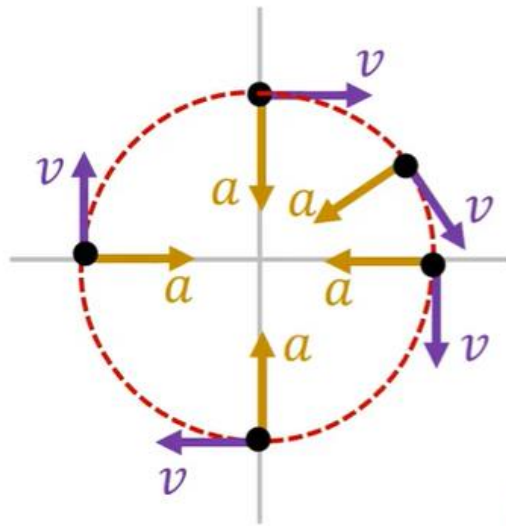
Gerak Melingkar



Photo by [Joshua Fuller](#) on [Unsplash](#)



Gerak Melingkar Beraturan



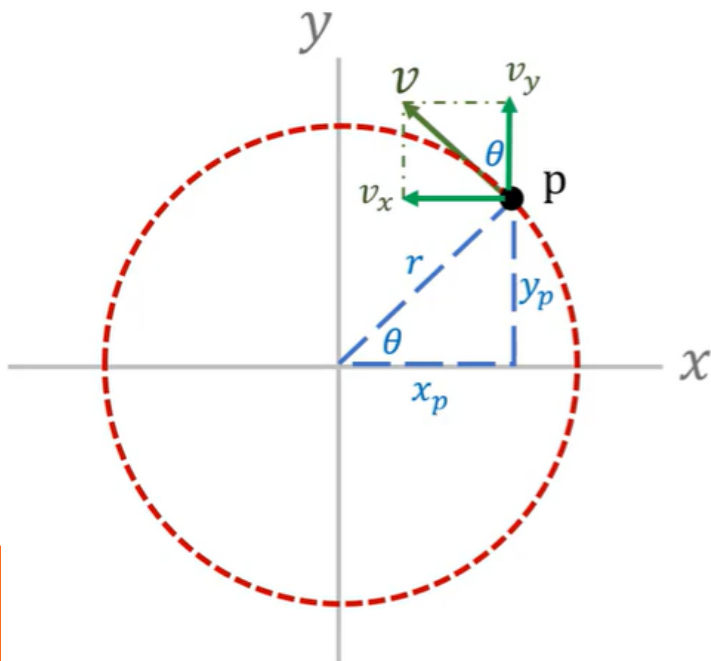
Beberapa karakteristik dari besaran gerak pada kasus ini:

Jarak benda terhadap suatu titik (pusat lingkaran) konstan, yaitu sebesar jari-jari lintasan (r)

Besar kecepatan (v) benda konstan, namun **arahnya berubah**

Percepatan (a) benda konstan. Arahnya selalu menuju pusat lintasan, maka dinamakan sebagai **percepatan sentripetal** (a_{sp}) (*centripetal, yang artinya menuju pusat*)

Kecepatan di posisi tertentu



Tinjau kecepatan benda di titik p:

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

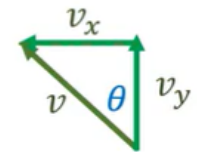
$$\vec{v} = (-v \sin \theta) \hat{i} + (v \cos \theta) \hat{j}$$

dengan:

$$\sin \theta = \frac{y_p}{r} \quad \cos \theta = \frac{x_p}{r}$$

maka:

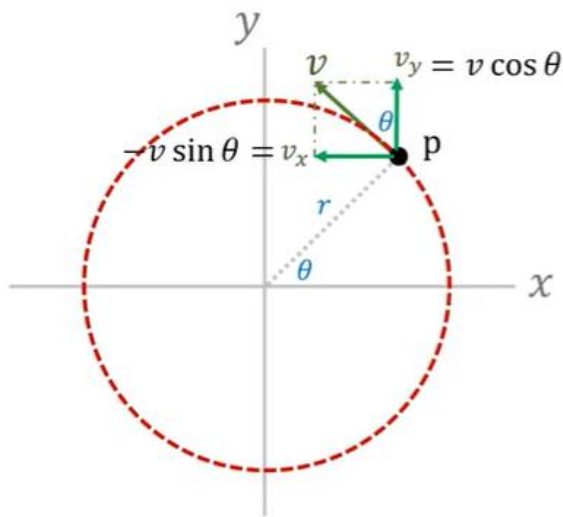
$$\vec{v} = \left(-v \frac{y_p}{r}\right) \hat{i} + \left(v \frac{x_p}{r}\right) \hat{j}$$



$$\sin \theta = \frac{v_x}{v}$$

$$\cos \theta = \frac{v_y}{v}$$

Percepatan Sentripetal (1)



maka:

$$\vec{a} = \frac{d}{dt} \left[\left(-v \frac{y_p}{r} \right) \hat{i} + \left(v \frac{x_p}{r} \right) \hat{j} \right]$$

dalam gerak ini, kelajuan dan jari – jari konstan, maka

$$\vec{a} = -\frac{v}{r} \frac{dy_p}{dt} \hat{i} + \frac{v}{r} \frac{dx_p}{dt} \hat{j}$$

dari hubungan antara kecepatan dengan posisi, dapat dituliskan:

$$\frac{dy_p}{dt} = v_y \text{ dan } \frac{dx_p}{dt} = v_x$$

sehingga:

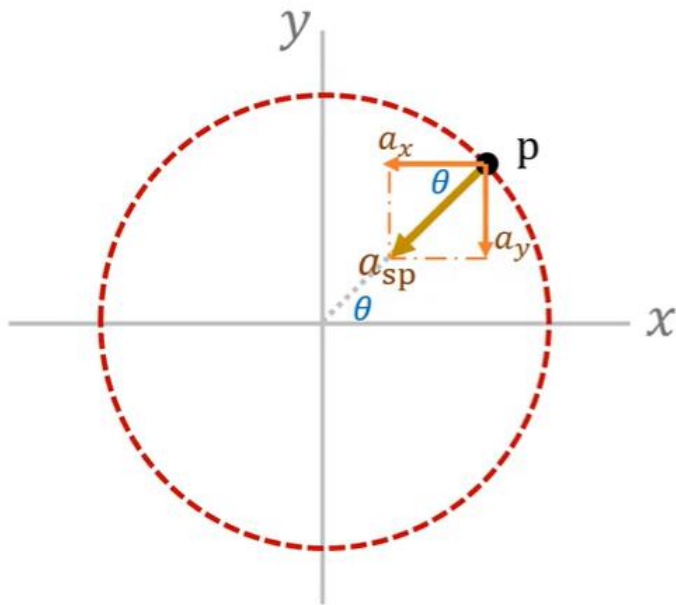
$$\vec{a} = -\frac{v}{r} v_y \hat{i} + \frac{v}{r} v_x \hat{j}$$

$$\vec{a} = -\frac{v}{r} (v \cos \theta) \hat{i} + \frac{v}{r} (-v \sin \theta) \hat{j}$$

Ingat hubungan antara percepatan dengan kecepatan:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{dengan: } \vec{v} = \left(-v \frac{y_p}{r} \right) \hat{i} + \left(v \frac{x_p}{r} \right) \hat{j}$$

Percepatan Sentripetal (2)



berdasarkan hasil sebelumnya:

$$\vec{a} = -\frac{v}{r}(v \cos \theta)\hat{i} + \frac{v}{r}(-v \sin \theta)\hat{j}$$

$$\vec{a} = \underbrace{-\frac{v^2}{r} \cos \theta}_{a_x} \hat{i} - \underbrace{\frac{v^2}{r} \sin \theta}_{a_y} \hat{j}$$

Jika kita hitung besar percepatannya:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \leftrightarrow a = \sqrt{\left(-\frac{v^2}{r} \cos \theta\right)^2 + \left(-\frac{v^2}{r} \sin \theta\right)^2}$$

Diperoleh besar percepatan sentripetal:

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

KINEMATIKA 2 DIMENSI

LATIHAN SOAL

Contoh 1

Sebuah partikel bergerak dari koordinat $(0,0)$ menuju barat sejauh 5m dalam waktu 20 detik. Kemudian partikel tersebut berbelok ke arah utara dan bergerak dengan kelajuan rata-rata 1,2 m/s selama 10 detik hingga berhenti. Tentukan:

- Sketsa lintasan gerak partikel.
- Jarak tempuh total partikel.
- Perpindahan partikel.
- Kecepatan rata-rata partikel selama perjalanan.

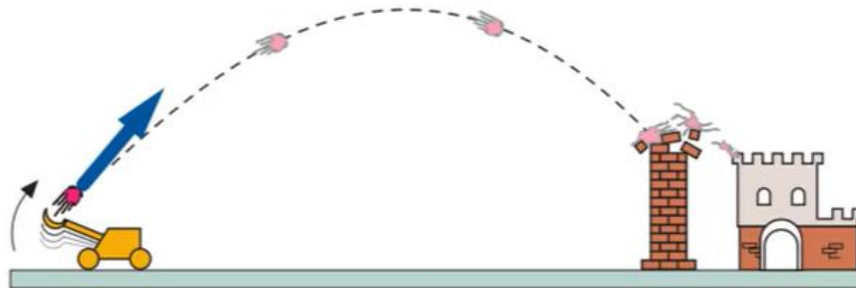
Sebuah partikel bergerak dari koordinat $(0,0)$ menuju barat sejauh 5m dalam waktu 20 detik. Kemudian partikel tersebut berbelok ke arah utara dan bergerak dengan kelajuan rata-rata 1,2 m/s selama 10 detik hingga berhenti. Tentukan:

- a. Sketsa lintasan gerak partikel.
- b. Jarak tempuh total partikel.
- c. Perpindahan partikel.
- d. Kecepatan rata-rata partikel selama perjalanan.

Contoh 2

Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 50 m/s membentuk sudut 53° ($\sin 53^\circ = 0,8$ dan $\cos 53^\circ = 0,6$) terhadap tanah. Jika percepatan gravitasi sebesar 10 m/s^2 . Asumsikan posisi awal peluru di tanah ($x_0, y_0 = 0,0$). Tentukanlah :

- Persamaan vektor percepatan peluru tiap waktu
- Persamaan vektor kecepatan peluru tiap waktu
- Persamaan vektor posisi peluru tiap waktu
- Besar kecepatan saat peluru mencapai titik tertinggi
- Waktu yang dibutuhkan peluru sejak awal ditembakkan hingga menghantam menara setinggi 80m.



Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 50 m/s membentuk sudut 53° ($\sin 53^\circ = 0,8$ dan $\cos 53^\circ = 0,6$) terhadap tanah. Jika percepatan gravitasi sebesar 10 m/s^2 . Asumsikan posisi awal peluru di tanah ($x_0, y_0 = 0,0$). Tentukanlah :

- a) Persamaan vector percepatan peluru tiap waktu
- b) Persamaan vektor kecepatan peluru tiap waktu
- c) Persamaan vektor posisi peluru tiap waktu
- d) Besar kecepatan saat peluru mencapai titik tertinggi
- e) Waktu yang dibutuhkan peluru sejak awal ditembakkan hingga menghantam menara setinggi 80m.

Contoh 3

Sebuah partikel bergerak melingkar beraturan dalam suatu lintasan lingkaran berjari-jari 50 cm. Di suatu titik P (50cm, 0), kelajuannya diketahui sebesar 2 m/s. Gerak partikel ini mengikuti arah putaran jarum jam.

- a) Gambarkan arah kecepatan dan percepatan partikel ketika berada di titik P
- b) Berapa jarak tempuh partikel ketika bergerak dari titik P hingga kembali ke titik P dalam 1 kali putaran.
- c) Berapa perpindahan partikel ketika bergerak dari titik P hingga kembali ke titik P dalam 1 kali putaran.
- d) Berapa besar percepatan sentripetal yang dialami partikel tersebut selama bergerak?

Sebuah partikel bergerak melingkar beraturan dalam suatu lintasan lingkaran berjari-jari 50 cm. Di suatu titik P (50cm, 0), kelajuannya diketahui sebesar 2 m/s. Gerak partikel ini mengikuti arah putaran jarum jam.

- a) Gambarkan arah kecepatan dan percepatan partikel ketika berada di titik P
- b) Berapa jarak tempuh partikel ketika bergerak dari titik P hingga kembali ke titik P dalam 1 kali putaran.
- c) Berapa perpindahan partikel ketika bergerak dari titik P hingga kembali ke titik P dalam 1 kali putaran.
- d) Berapa besar percepatan sentripetal yang dialami partikel tersebut selama bergerak?

TERIMA KASIH