



FISIKA

GERAK PARABOLA

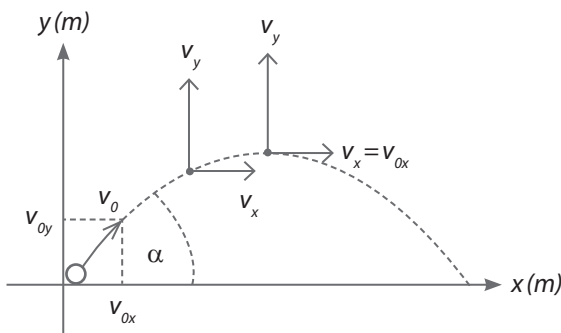
TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan.

1. Memahami konsep gerak parabola.
2. Mengaplikasikannya dalam pemecahan masalah.

A. PENGERTIAN GERAK PARABOLA

Gerak parabola atau gerak peluru merupakan gerak perpaduan antara GLB (gerak lurus beraturan) dan GLBB (gerak lurus berubah beraturan). Pada gerak parabola, benda diberi kecepatan awal, lalu gerakan benda sepenuhnya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Komponen gerak parabola dapat diuraikan dalam dua arah, yaitu arah vertikal (sumbu-y) yang merupakan GLBB karena dipengaruhi percepatan gravitasi dan arah horizontal (sumbu-x) yang merupakan GLB. Perhatikan gambar berikut.



Oleh karena komponen gerak parabola dalam arah vertikal merupakan GLBB, maka dalam menganalisis komponen gerak vertikal benda dapat menggunakan rumus-rumus GLBB. Begitu pula dengan komponen gerak parabola dalam arah horizontal, dapat menggunakan rumus-rumus GLB. Komponen gerak parabola beserta resultannya dirumuskan sebagai berikut.

Gerak pada sumbu-y:

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$= v_0 \sin \alpha$$

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

$$= (v_0 \sin \alpha)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Gerak pada sumbu-x:

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$x = v_x \cdot t = (v_0 \cos \alpha)t$$

Keterangan:

v_0 = kecepatan awal (m/s);

v_y = kecepatan pada sumbu-y (m/s);

v_{0y} = kecepatan awal pada sumbu-y (m/s);

v_x = kecepatan pada sumbu-x (m/s);

v_{0x} = kecepatan awal pada sumbu-x (m/s);

x = jarak horizontal (m);

y = jarak vertikal (m);

α = sudut deviasi;

t = waktu tempuh (s); dan

g = percepatan gravitasi (m/s^2).

Besar kecepatan benda di sembarang titik parabola:

$$|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Contoh Soal 1

Dari titik P di atas tanah, sebuah bola dilemparkan dengan kecepatan awal 20 m/s dan sudut elevasi 37° ($\sin 37^\circ = 0,6$). Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapakah kecepatan bola saat $t = 0,4$ sekon?

Pembahasan:

Diketahui:

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 37^\circ$$

$$\sin 37^\circ = 0,6$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = 0,4 \text{ s}$$

Ditanya: $|v| = \dots ?$

Dijawab:

Mula-mula, tentukan komponen kecepatan pada sumbu-x dan sumbu-y.

Komponen kecepatan pada sumbu-x:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \alpha \\ &= 20 \cos 37^\circ \\ &= 20(0,8) \\ &= 16 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Komponen kecepatan pada sumbu-y:

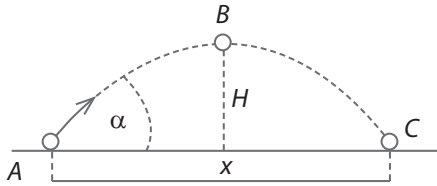
$$\begin{aligned} v_y &= v_{0y} - gt \\ &= v_0 \sin \alpha - gt \\ &= 20 \sin 37^\circ - 10(0,4) \\ &= 20(0,6) - 4 \\ &= 12 - 4 \\ &= 8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} |v| &= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ &= \sqrt{16^2 + 8^2} \\ &= \sqrt{256 + 64} \\ &= \sqrt{320} \\ &= 8\sqrt{5} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan bola saat $t = 0,4$ sekon adalah $8\sqrt{5} \text{ m/s}$.

B. BEBERAPA PERSAMAAN PADA KEADAAN ISTIMEWA DALAM GERAK PARABOLA



a. Waktu Untuk Mencapai Titik Tertinggi (B)

$$t_{AB} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

• Super "Solusi Quipper" •

$$t_{AB} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

b. Waktu Selama di Udara (AC)

$$t_{AC} = 2t_{AB} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

c. Tinggi Maksimum (H)

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

• Super "Solusi Quipper" •

Rumus tersebut mudah diingat dengan kalimat berikut.

"Hari di mana VoVo Senang-Senang Bersama 2 Gorila"

d. Jangkauan Maksimum (x)

$$x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

e. Hubungan Antara H dan x

● Super "Solusi Quipper" ●

$$\frac{x}{H} = \frac{4}{\tan \alpha}$$

Contoh Soal 2

Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 100 m/s dan sudut elevasi 53° . Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapakah perbandingan antara tinggi maksimum dan jarak terjauh yang dicapai peluru?

Pembahasan:

Diketahui:

$$v_0 = 100 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 53^\circ$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Ditanya: } \frac{H}{x} = \dots ?$$

Dijawab:

Dengan menggunakan cara SUPER, diperoleh:

$$\frac{H}{x} = \frac{\tan \alpha}{4}$$

$$\frac{H}{x} = \frac{\tan 53^\circ}{4}$$

$$\frac{H}{x} = \frac{\frac{4}{3}}{4} = \frac{1}{3}$$

Jadi, perbandingan antara tinggi maksimum dan jarak terjauh yang dicapai peluru adalah 1 : 3.

Contoh Soal 3

Pada suatu tendangan bebas dalam permainan sepak bola, bola mencapai titik tertinggi saat berada 45 meter di atas permukaan tanah. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menunggu bola kembali ke permukaan tanah sejak bola ditendang? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Pembahasan:

Diketahui:

$$H = 45 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: lama waktu bola di udara = ... ?

Dijawab:

Waktu yang dibutuhkan untuk menunggu bola kembali ke permukaan tanah sejak bola ditendang sama dengan lama waktu bola berada di udara. Lama waktu bola di udara sama dengan dua kali lama waktu untuk mencapai titik tertinggi. Dengan menggunakan cara SUPER, diperoleh:

• Super "Solusi Quipper" •

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 45}{10}} = \sqrt{\frac{90}{10}} = \sqrt{9} = 3 \text{ sekon}$$

Jadi, lama waktu bola berada di udara adalah $2 \times 3 = 6$ sekon.

Contoh Soal 4

Sebuah benda dijatuhkan dari pesawat terbang dengan ketinggian 490 meter. Jika pesawat melaju horizontal dengan kecepatan 720 km/jam, berapakah jarak benda akan jatuh pada arah horizontal? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

Pembahasan:

Diketahui:

$$H = 490 \text{ m}$$

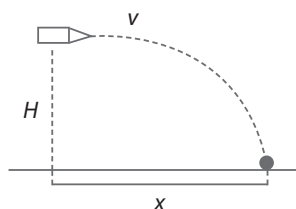
$$v_x = 720 \text{ km/jam} = 200 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: $x = \dots$?

Dijawab:

Permasalahan pada soal dapat digambarkan sebagai berikut.



Mula-mula, tentukan waktu yang dibutuhkan dengan cara SUPER.

• Super "Solusi Quipper" •

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 490}{9,8}} = \sqrt{100} = 10 \text{ s}$$

Kemudian, tentukan nilai x dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} x &= v_x \cdot t \\ &= 200 \cdot 10 \\ &= 2.000 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jadi, benda akan jatuh pada arah horizontal dari pesawat sejauh 2.000 meter.

Contoh Soal 5

Sebuah benda bermassa 50 kg ditembakkan dengan kecepatan 40 m/s dan sudut elevasi 30° . Berapakah energi total benda di titik tertinggi?

Pembahasan:

Diketahui:

$$m = 50 \text{ kg}$$

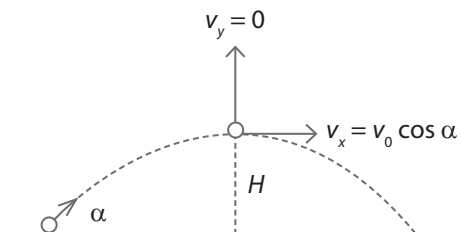
$$v_0 = 40 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Ditanya : $E = \dots?$

Dijawab:

Permasalahan pada soal dapat digambarkan sebagai berikut.



Pada titik tertinggi, kecepatannya sama dengan v_x karena $v_y = 0$:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \alpha = 40 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} \\ &= 20\sqrt{3} \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan demikian, energi kinetiknya:

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} m v_x^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot (20\sqrt{3})^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 1200 \\ &= 30.000 \text{ J} \\ &= 30 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Tinggi maksimum yang dicapai di titik tertinggi:

$$\begin{aligned} H &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ &= \frac{40^2 \sin^2 (30^\circ)}{2 \cdot 10} \\ &= \frac{1.600 (0,5^2)}{20} \\ &= 20 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan demikian, energi potensialnya:

$$\begin{aligned} E_p &= mgH \\ &= 50 \times 10 \times 20 \\ &= 10.000 \text{ Joule} \\ &= 10 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Energi total benda di titik tertinggi:

$$\begin{aligned} E &= E_p + E_k \\ &= 10 \text{ kJ} + 30 \text{ kJ} \\ &= 40 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi, energi total benda di titik tertinggi adalah 40 kJ.

Contoh Soal 6

Sebuah pesawat dengan kecepatan 720 km/jam, terbang mendatar pada ketinggian 500 m di atas permukaan tanah. Sang pilot melepas benda ke bak truk yang bergerak dengan kecepatan 360 km/jam searah dengan pesawat. Agar benda tersebut jatuh tepat pada bak truk, maka pilot harus melepaskan bom ketika jarak mendatar antara pesawat dan truk sejauh ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Pembahasan:

Diketahui:

$$v_{\text{pesawat}} = 720 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 200 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{truk}} = 360 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 100 \text{ m/s}$$

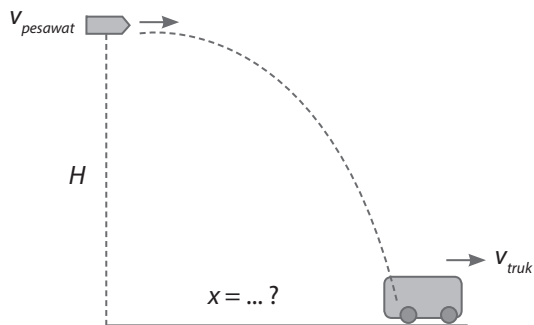
$$H = 500 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: $x = \dots ?$

Dijawab:

Permasalahan pada soal dapat digambarkan sebagai berikut.



Nilai x pada gambar dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$x = v_x t \text{ dengan } t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Oleh karena pesawat dan truk sama-sama bergerak, maka kecepatan yang digunakan adalah kecepatan relatif. Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} x &= v_{\text{relatif}} \sqrt{\frac{2H}{g}} \\ &= (v_{\text{pesawat}} - v_{\text{truk}}) \sqrt{\frac{2H}{g}} \\ &= (200 - 100) \sqrt{\frac{2 \times 500}{10}} \\ &= 1.000 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jadi, pilot tersebut harus melepaskan benda ketika jarak mendarat antara pesawat dan truk sejauh 1.000 meter.