

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 KARAKTERISTIK GERAK PARABOLA DAN ANALISIS VEKTOR POSISI DAN KECEPATAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian mampu

1. Menjelaskan karakteristik gerak parabola
2. Menurunkan persamaan gerak parabola (posisi dan kecepatan sebagai fungsi waktu dari persamaan gerak lurus)
3. Menganalisis gerak parabola menggunakan vektor
4. Mampu membuat grafik lintasan gerak parabola dari data hasil percobaan.

B. Uraian Materi

Pernakah kalian menonton pertandingan sepak bola? mudah-mudahan pernah walaupun hanya melalui Televisi. Gerakan bola yang ditendang oleh para pemain sepak bola kadang berbentuk melengkung. Mengapa bola bergerak dengan cara demikian ?



Gambar 2
Gerak bola sepak ditendang pemain bola
(Sumber: <https://saintif.com/teknik-dasar-sepak-bola/>)

Apabila diamati secara saksama, benda-benda yang melakukan gerak parabola selalu memiliki lintasan berupa lengkungan dan seolah-olah di panggil kembali ke permukaan tanah (bumi) setelah mencapai titik tertinggi. Mengapa demikian? Simak dengan baik penjelasan berikut ini ya...

1. Karakteristik Gerak Parabola

Faktor-faktor yang mempengaruhi benda melakukan gerak parabola.

- Benda tersebut bergerak karena ada gaya yang diberikan. Mengenai Gaya, selengkapnya kita pelajari pada pokok bahasan Dinamika (Dinamika adalah ilmu fisika yang menjelaskan gaya sebagai penyebab gerakan benda dan membahas mengapa benda bergerak demikian). Pada kesempatan ini, kita belum menjelaskan bagaimana proses benda-benda tersebut dilemparkan,

ditendang dan sebagainya. Kita hanya memandang gerakan benda tersebut setelah dilemparkan dan bergerak bebas di udara hanya dengan pengaruh gravitasi.

- Seperti pada Gerak Jatuh Bebas, benda-benda yang melakukan gerak peluru dipengaruhi oleh gravitasi, yang berarah ke bawah (pusat bumi) dengan besar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.
- Hambatan atau gesekan udara. Setelah benda tersebut ditendang, dilempar, ditembakkan atau dengan kata lain benda tersebut diberikan kecepatan awal hingga bergerak, maka selanjutnya gerakannya bergantung pada gravitasi dan gesekan alias hambatan udara. Karena kita menggunakan model ideal, maka dalam menganalisis gerak peluru, gesekan udara diabaikan.

Gerak parabola merupakan suatu jenis gerakan benda yang pada awalnya diberi kecepatan awal lalu menempuh lintasan yang arahnya sepenuhnya dipengaruhi oleh gravitasi.

Karena gerak parabola termasuk dalam pokok bahasan kinematika (ilmu fisika yang membahas tentang gerak benda tanpa mempersoalkan penyebabnya), maka pada pembahasan ini, Gaya sebagai penyebab gerakan benda diabaikan, demikian juga gaya gesekan udara yang menghambat gerak benda. Kita hanya meninjau gerakan benda tersebut setelah diberikan kecepatan awal dan bergerak dalam lintasan melengkung di mana hanya terdapat pengaruh gravitasi.

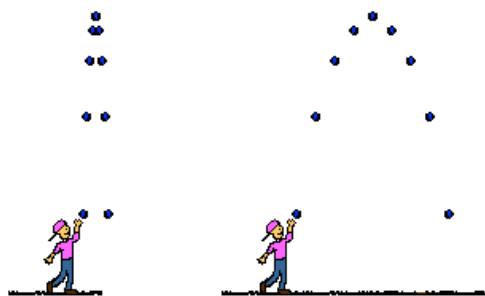
Gerak parabola disebut juga gerak peluru, mengapa dikatakan gerak peluru? kata peluru yang dimaksudkan di sini hanya istilah, bukan peluru pistol, senapan atau senjata lainnya. Dinamakan gerak peluru karena mungkin jenis gerakan ini mirip gerakan peluru yang ditembakkan.

Contoh lintasan Gerak parabola

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat beberapa jenis gerak parabola.

Contoh 1.

Gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dengan sudut θ terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah.



Gambar 3

Ilustrasi lintasan benda bergerak parabola

(Sumber: <https://www.physicsclassroom.com/class/vectors/Lesson-2/What-is-a-Projectile>)

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat banyak gerakan benda yang berbentuk demikian. Beberapa di antaranya adalah gerakan bola yang ditendang oleh pemain sepak bola, gerakan bola basket yang dilemparkan ke dalam keranjang, gerakan bola tenis, gerakan bola volly, gerakan lompat jauh dan gerakan peluru atau rudal yang ditembakkan dari permukaan bumi.

Contoh 2.

Gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal pada ketinggian tertentu dengan arah sejajar horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah.



Gambar 4

Gambar peluru yang ditembakkan mendatar dari suatu ketinggian
(Sumber: <https://fisikanyaman2.wordpress.com/2011/01/25/gerak-parabola-peluru/>)

Beberapa contoh gerakan jenis ini yang kita temui dalam kehidupan sehari-hari, meliputi gerakan bom yang dijatuhkan dari pesawat atau benda yang dilemparkan ke bawah dari ketinggian tertentu.

Contoh 3.

Gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dari ketinggian tertentu dengan sudut teta terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah.



Gambar 5

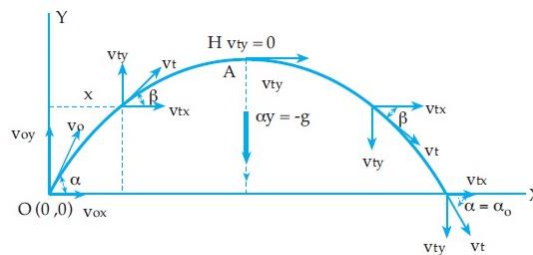
Gambar peluru yang ditembakkan dengan sudut elevasi tertentu dari suatu ketinggian
(Sumber: <https://docplayer.info/372999-Mahasiswa-memahami-konsep-gerak-parabola-jenis-gerak-parabola-emnganalisa-dan-membuktikan-secara-matematis-gerak-parabola.html>)

Dari penjelasan gerak parabola pada kehidupan sehari-hari diatas, gerak parabola memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Lintasan benda berupa parabola
2. Geraknya di udara
3. Memiliki kecepatan awal
4. Geraknya berada pada dua dimensi(x dan y). Benda yang bergerak dua dimensi tentu akan memiliki besaran-besaran vektor, begitu juga dengan gerak parabola.

2. Analisis Vektor Posisi dan Kecepatan

Coba kalian perhatikan gambar 6 di bawah ini! Sebuah benda mula-mula berada dipusat koordinat, dilemparkan ke atas dengan kecepatan awal v_0 dan sudut elevasi α . Pada arah sumbu X, benda bergerak dengan kecepatan konstan, atau percepatan nol ($a=0$), sehingga komponen kecepatan v_x mempunyai besar yang sama pada setiap titik lintasan tersebut, yaitu sama dengan nilai awalnya v_{0x} pada sumbu Y, benda mengalami percepatan gravitasi g .



Gambar 6

Lintasan parabola dari sebuah benda yang dilemparkan dalam arah α terhadap arah horizontal dengan kecepatan awal v_0 Sumber:

(<http://metalinda17.weebly.com/vektor-posisi-parabola.html>)

Kecepatan benda pada Sumbu X dan Y di setiap titik

Titik O merupakan titik awal benda. Kecepatan pada titik ini merupakan kecepatan awal (v_0) untuk mencapai komponen kecepatan awal pada sumbu x (v_{0x}) dan komponen kecepatan awal pada sumbu y (v_{0y}) kita dapat menggunakan persamaan:

Gerak dalam arah sumbu X, berupa Gerak Lurus Beraturan (GLB), maka

- Kecepatannya konstan, bukan fungsi waktu
 $v_x = v_0 \cos \alpha$
- Jarak dalam arah sumbu X dapat ditentukan dengan rumus
 $X = v_x t$

Keterangan :

v_x = kecepatan ke arah sumbu X (m/s)

v_0 = kecepatan awal (v0)

X = jarak dalam arah sumbu X (m)

t = waktu (s)

Gerak dalam arah sumbu Y, berupa Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), maka

- Kecepatan berupa fungsi waktu (berubah bergantung waktu)
 $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
- Jarak dalam arah sumbu Y dapat ditentukan dengan rumus:
 $Y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} gt^2$

Keterangan :

Y = jarak dalam arah sumbu Y(m)

v_y = kecepatan ke arah sumbu y (m/s)

g = percepatan gravitasi (ms^2)

Persamaan Gerak Parabola Dengan Analisis Vektor

Menurut analisis vector persamaan-persamaan gerak parabola dapat dituliskan sebagai berikut:

- Posisi benda pada sembarang titik dalam waktu t dapat ditentukan dengan rumus:

$$\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j}$$

$$\mathbf{r} = (v_x = v_0 \cos \alpha) \mathbf{i} + (Y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2) \mathbf{j}$$

Keterangan:

r = vektor posisi

$$x = v_x t$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$$

- Kecepatan benda pada sembarang titik dalam waktu t dapat ditentukan dengan rumus:

$$\mathbf{v} = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j}$$

Besar kecepatan pada sembarang titik adalah

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

Keterangan:

v = vektor kecepatan

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t$$

Contoh:

Dari titik A dari tanah, sebuah bola di lemparkan dengan kecepatan awal 20 m/s dan sudut elevasi 37° ($\sin 37^\circ = 0,6$) jika $g = 10 \text{ m/s}^2$. hitunglah

- Komponen kecepatan awal dalam arah horisontal dan vertikal
- Kecepatan bola setelah 0,4 sekon
- Posisi benda pada saat $t = 0,4$ sekon

Penyelesaian

Diketahui

$$v_0 = 20 \text{ m/s}, \alpha = 37^\circ \text{ dan } g = 10 \text{ m/s}^2$$

- Komponen kecepatan awal

Dalam arah horisontal

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

Dalam arah vertikal

$$\begin{aligned} V_{0y} = v_0 \sin \alpha &= (20)(\sin 37^\circ) \\ &= (20)(0,6) \\ &= 12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan bola setelah 0,4s ($t=0,4 \text{ s}$)

Kecepatan dalam arah horizontal tetap yaitu

$$V_x = v_{0x} = 16 \text{ m/s}$$

Kecepatan dalam arah vertikal yaitu

$$V_y = v_{0y} - g t = 12 - (10)(0,4) = 12 - 4 = 8 \text{ m/s}$$

Dengan demikian diperoleh:

$$v = \sqrt{vx^2 + vy^2}$$

$$v = \sqrt{12^2 + 8^2}$$

$$v = 8\sqrt{5} \text{ m/s}$$

c). Posisi bola setelah 0.4 sekon yaitu

Posisi bola arah horisontal

$$X = v_x \cdot t = (16)(0,4) = 6,4 \text{ m/s}$$

Posisi bola arah vertikal

$$Y = v_y \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

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

$$= 12(0,4) - \frac{1}{2}(10)(0,4)^2$$

$$= 4,8 - 0,8$$

$$= 4 \text{ m}$$

Jadi Posisi benda setelah 0,4 sekon berada pada koordinat (6,4m ; 4m)

C. Rangkuman

1. Gerak parabola disebut juga gerak peluru merupakan suatu jenis gerakan benda yang pada awalnya diberi kecepatan awal lalu menempuh lintasan yang arahnya sepenuhnya dipengaruhi oleh gravitasi
2. Faktor – faktor yang mempengaruhi benda melakukan gerak parabola.
 - a. Benda tersebut bergerak karena ada gaya yang diberikan,
 - b. Seperti pada Gerak Jatuh Bebas, benda-benda yang melakukan gerak peluru dipengaruhi oleh gravitasi, yang berarah ke bawah (pusat bumi) dengan besar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$,
 - c. Hambatan atau gesekan udara
3. Komponen kecepatan awal pada sumbu x (v_{0x}) dan komponen kecepatan awal pada sumbu y (v_{0y}) kita dapat menggunakan persamaan

Besaran	Sumbu X (GLB)	Sumbu Y (GLBB)
Kecepatan awal	$V_{ox} = V_o \cos \theta$	$V_{oy} = V_o \sin \theta$
Kecepatan tertentu	$V_x = V_{ox}$	$V_y = V_{oy} - g.t$
Jarak & tinggi	$X = V_{ox}.t$	$Y = V_{oy}.t - \frac{1}{2} g.t^2$

4. Kelajuan linier atau kelajuan tangensial adalah hasil bagi antara antara panjang lintasan linier yang ditempuh benda dengan selang waktu tempuhnya dengan persamaan Ketika benda bergerak naik komponen gerak Arah vertikal (sumbu y) mengalami perlambatan sebesar percepatan grafitasi ini menunjukkan bahwa gerak pada arah horizontal merupakan GLBB, sementara kecepatan pada arah sumbu x tidak mengalami percepatan dengan kata lain kecepatan pada arah horizontal tetap menunjukkan bahwa gerak pada arah horizontal merupakan GLB

D. Penugasan Mandiri

Agar lebih memahami gerak parabola buatlah grafik dari hasil perpaduan gerak sebuah benda yang melakukan dua gerakan langsung pada bidang datar pada kertas grafik, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Sumbu } x : X_t = 2t$$

$$\text{Sumbu } y : Y_t = 4t - t^2$$

(X_t dan Y_t dalam cm; t dalam sekon)

Untuk itu lengkapi tabel berikut dari gerak benda tersebut selama 10 detik pertama, kemudian buatlah grafik hasil perpaduan gerak benda tersebut pada kertas grafik!

No.	T (sekon)	X (cm)	Y (cm)
1.	1		
2.	2		
3.	3		
4.	4		
5.	5		
6.	6		
7.	7		
8.	8		
9.	9		
10.	10		

E. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

- Joko menendang bola dengan sudut elevasi 45° . Bola jatuh dengan jarak mendatar sejauh 5 m. Jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , berapa kecepatan awal bola adalah... m/s
- Seorang murid menendang bola dengan kecepatan awal pada arah vertikal 9 m/s dan kecepatan awal pada arah mendatar 12 m/s. Tentukanlah besar kecepatan awal bola tersebut!
- Jika sebuah peluru ditembakkan dengan sudut elevasi 37° dan kecepatan awal 10 m/s, maka tentukanlah kecepatan peluru setelah 0,4 detik!
- Sebuah peluru meriam ditembakkan dengan kecepatan awal 60 m/s dan sudut elevasi 53° . Bila $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan osisi peluru pada detik ke-1!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 TINGGI MAKSIMUM DAN JARAK TERAUH

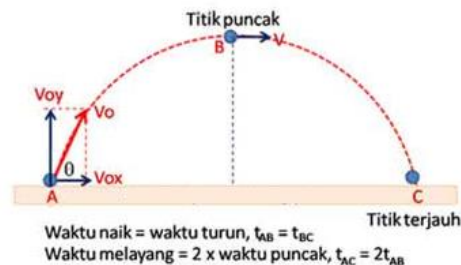
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan

1. Menjelaskan syarat benda mencapai tinggi maksimum
2. Menjelaskan syarat benda mencapai jangkauan terjauh
3. Menurunkan persamaan tinggi maksimum dan jarak terjauh dari gerak parabola

B. Uraian Materi

Posisi dan Kecepatan Benda di Titik Istimewa (titik tertinggi atau titik puncak dan titik terjauh). Perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar 7

Gambar lintasan benda dititik tertinggi dan titik terjauh

(Sumber: <https://www.edutafsi.com/2016/08/waktu-mencapai-jarak-terjauh-gerak-parabola.html>)

1. Posisi dan Kecepatan Benda di Titik Tertinggi

a. Kecepatan di titik tertinggi

Ketika benda yang bergerak parabola mencapai titik tertinggi (titik B pada gambar, maka kecepatannya akan sama dengan kecepatan awalnya dalam arah horizontal (V_{ox}). Mengapa demikian?

Ingat bahwa kita harus meninjau gerak parabola sebagai dua gerak lurus yaitu GLB dan GLBB. Nah, pada arah horizontal gerak benda adalah GLB sehingga kecepatannya pada titik tertinggi akan tetap yaitu sama dengan kecepatan awalnya (V_{ox}).

Pada arah vertikal, karena benda bergerak lurus berubah beraturan (GLBB), maka kecepatan benda pada titik tertinggi adalah nol ($V_y = 0$). Ini merupakan point penting yang harus kita ingat, bahwa untuk benda GLBB tepatnya gerak vertikal ke atas, maka kecepatan pada titik tertinggi adalah nol.

Dengan demikian, maka kita peroleh dua data, yaitu:

1. Untuk GLB, $V_x = V_{ox}$
2. Untuk GLBB, $V_y = 0$

Nah, jika kita masukkan ke rumus kecepatan benda di sebarang titik, maka akan kita peroleh:

$$\Rightarrow v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

$$\Rightarrow v^2 = v_x^2 + 0$$

$$\Rightarrow v^2 = v_x^2$$

$$\Rightarrow v = v_x$$

$$\Rightarrow v = v_{0x}$$

Dari penjabaran rumus di atas, maka dapat kita simpulkan bahwa kecepatan benda pada titik tertinggi untuk gerak parabola adalah sama dengan kecepatan awal benda dalam arah horizontal (v_{0x}).

- b. Waktu yang dibutuhkan hingga di titik tertinggi adalah

$$v_y = 0$$

$$v_0 \sin \alpha - g t_{\text{maks}} = 0$$

Maka

$$t_{\text{maks}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

Keterangan :

t_{maks} = waktu yang diperlukan hingga mencapai titik tertinggi (s)

v_0 = kecepatan awal (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

α = sudut elevasi ($^\circ$)

- c. Tinggi Maksimum

Dari persamaan posisi pada arah vertikal $y = v_0 \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2$, dengan mengganti t dengan t_{maks} maka diperoleh:

$$Y_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Keterangan

Y_{maks} = tinggi maksimum (m)

- d. Jarak mendatar yang dicapai saat benda dititik tertinggi

Jarak mendatar yang dicapai saat benda dititik tertinggi dapat ditentukan dengan cara mensubstitusikan waktu di titik tertinggi ke dalam persamaan jarak X , sehingga diperoleh :

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

Contoh Soal:

Sebuah bola ditendang dengan sudut elevasi 37° terhadap bidang datar sehingga bola bergerak dengan kecepatan awal 20 m/s. Tentukanlah kecepatan bola pada titik tertinggi.

Pembahasan :

Dik : $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $\theta = 37^\circ$

Dit : $v = \dots ?$

Pada pembahasan di atas sudah kita simpulkan bahwa kecepatan benda pada titik tertinggi adalah sama dengan kecepatan awal dalam arah horizontal, maka :

$$\Rightarrow v = v_{0x}$$

$$\Rightarrow v = v_0 \cos \theta$$

$$\Rightarrow v = 20 \cos 37^\circ$$

$$\Rightarrow v = 20 (4/5)$$

$$\Rightarrow v = 16 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan bola pada saat mencapai titik tertinggi adalah 16 m/s.

2. Jarak horizontal Maksium (Titik Terjauh)

Ketika benda mencapai titik terjauh (titik C dalam gambar), maka ketinggian benda dititik tersebut sama dengan nol. ($Y_c=0$), sehingga:

$$Y_c = 0$$

$$v_0 \sin \alpha t_c - 1/2 g t_c^2 = 0$$

$$t_c (v_0 \sin \alpha - 1/2 g t_c) = 0$$

$$t_{c1} = 0 \text{ (tidak memenuhi)}$$

$$t_c = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

karena $X = v_0 \cos \alpha t$ maka $X_c = v_0 \cos \alpha \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ sehingga:

$$X_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

atau

$$X_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Keterangan:

X_{maks} = jarak horizontal maksimum (m)

Contoh Soal :

Sebuah bola ditendang dengan kemiringan 37° sehingga bergerak dengan kecepatan awal 30 m/s. Tentukan lama waktu yang dibutuhkan oleh bola untuk mencapai jarak terjauh (lamanya bola berada di udara).

Pembahasan :

$$\text{Dik : } v_0 = 30 \text{ m/s, } \theta = 37^\circ$$

$$\text{Dit : } t_{x \text{ max}} = \dots ?$$

Berdasarkan rumus:

$$\Rightarrow t_{x \text{ max}} = 2 v_0 \sin \theta g$$

$$\Rightarrow t_{x \text{ max}} = 2 (30) \sin 37^\circ 10$$

$$\Rightarrow t_{x \text{ max}} = 60 (3/5) 10$$

$$\Rightarrow t_{x \text{ max}} = 36 10$$

$$\Rightarrow t_{x \text{ max}} = 3,6 \text{ s}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan bola untuk mencapai jarak terjauh adalah 3,6 detik.

C. Rangkuman

1. Dalam kehidupan sehari-hari banyak ditemui benda-benda yang melakukan gerak dalam dua atau tiga dimensi, seperti gerak bola ditendang melambung (gerak dua dimensi) dan gerak pesawat terbang (gerak tiga dimensi)
2. Kedudukan benda pada suatu bidang dinyatakan dengan vektor posisi:
 $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$
3. Pada titik tertinggi gerak parabola berlaku:

$$v_y = 0$$

$$t_{\text{maks}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$Y_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

4. Pada titik terjauh gerak parabola adalah:

$$Y=0$$

$$t_c = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$X_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

5. Beberapa ringkasan rumus gerak parabola yang tersusun atas komponen arah vertikal (sumbu y) dan komponen arah horizontal (sumbu x) dapat dilihat pada tabel di bawah.

Keterangan	Arah Vertikal (Sumbu y)	Arah Horizontal (Sumbu x)
Kecepatan Awal	$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$	$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$
Kecepatan	$V_y = V_0 \cdot \sin \alpha - gt$	$V_x = V_0 \cdot \cos \alpha - gt$
Jarak/Ketinggian	$y = V_0 t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2$	$x = V_0 t \cdot \cos \alpha$
Tinggi/Jarak Maksimum	$y_{\text{max}} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$	$x_{\text{max}} = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$

D. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

- Sebuah bola ditendang dengan sudut elevasi 53° dan kecepatan awal 5 m/s. Tentukanlah jarak tempuh maksimum yang akan dicapai bola tersebut!
- Tentukanlah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian maksimum jika sebuah batu dilempar dengan sudut elevasi 30° dan kecepatan awal 6 m/s!
- Tentukan ketinggian maksimum yang dicapai oleh sebuah bola yang ditendang dengan kecepatan awal 5 m/s pada sudut elevasi 37° .
- Sebuah benda dijatuhkan dari pesawat terbang yang bergerak horizontal dengan kelajuan 360 km/jam pada ketinggian 500 m. Tentukan jarak horizontal jatuhnya benda tersebut!