



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# FISIKA



KELAS  
**X**



# **GERAK PARABOLA**

## **FISIKA KELAS X**

**PENYUSUN**  
**Neny Else Josephine**  
**SMAN 2 SURABAYA**

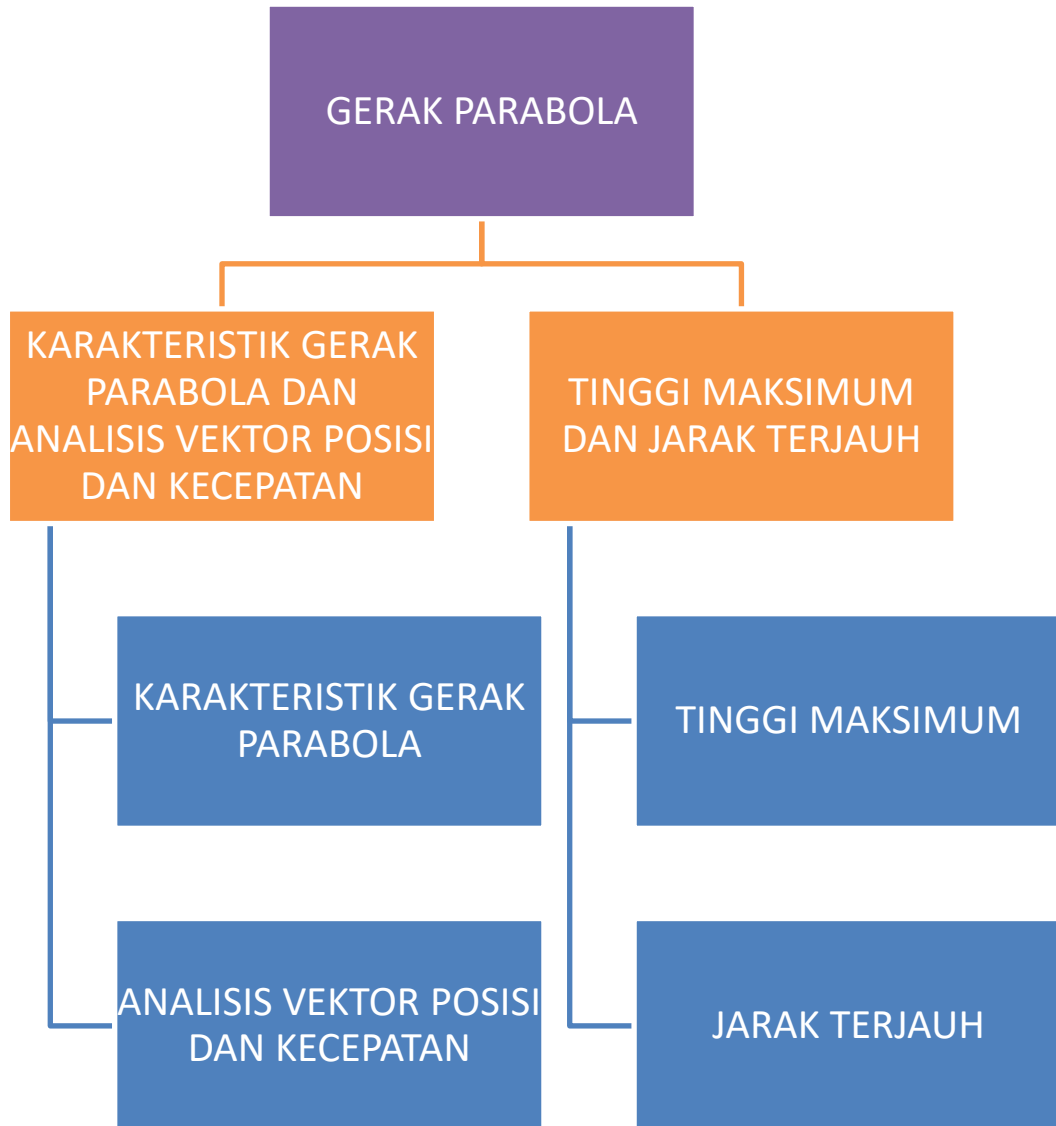
## DAFTAR ISI

PENYUSUN .....	2
DAFTAR ISI .....	3
GLOSARIUM .....	4
PETA KONSEP .....	5
PENDAHULUAN .....	6
A. Identitas Modul .....	6
B. Kompetensi Dasar .....	6
C. Deskripsi Singkat Materi .....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	6
E. Materi Pembelajaran .....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	8
KARAKTERISTIK GERAK PARABOLA DAN ANALISIS VEKTOR POSISI DAN KECEPATAN.....	8
A. Tujuan Pembelajaran .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman .....	14
D. Penugasan Mandiri .....	15
E. Latihan Soal .....	15
F. Penilaian Diri .....	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....	18
TINGGI MAKSIMUM DAN JARAK TERAUH .....	18
A. Tujuan Pembelajaran .....	18
B. Uraian Materi .....	18
C. Rangkuman .....	20
D. Latihan Soal .....	21
E. Penilaian Diri .....	22
EVALUASI .....	24
DAFTAR PUSTAKA .....	27

## GLOSARIUM

<b>Gerak Lurus</b>	:	Gerak Suatu benda pada lintasan/garis lurus
<b>Jarak</b>	:	Panjang Lintasan yang di tempuh oleh suatu benda
<b>Perpindahan</b>	:	Perubahan kedudukan suatu benda terhadap titik acuan tertentu
<b>Kelajuan</b>	:	Hasil bagi antara jarak dengan waktu.
<b>Kecepatan</b>	:	Hasil bagi antara perpindahan dengan waktu
<b>Percepatan</b>	:	Hasil bagi perubahan kecepatan dengan waktu
<b>Gerak Lurus Beraturan (GLB)</b>	:	Gerak Suatu benda dengan kecepatan tetap/konstan, sehingga percepatan benda sama dengan nol
<b>Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)</b>	:	Gerak Suatu benda dengan kecepatan tetap/konstan, sehingga percepatan benda sama dengan nol
<b>Gerak Jatuh Bebas</b>	:	Gerak Suatu benda tanpa kecepatan awal
<b>Gerak Vertikal</b>	:	Gerak Suatu Benda Yang Lintasannya Vertikal Dengan Kecepatan Awal Tidak Sama Dengan Nol
<b>Gerak Parabola</b>	:	Gerak suatu benda dengan lintasan berbentuk parabola, dengan perpaduan

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: FISIKA
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 2 X 3 Jam Pelajaran
Judul Modul	: GERAK PARABOLA

### B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menganalisis gerak parabola dengan menggunakan vektor, berikut makna fisisnya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
- 4.5 Mempresentasikan data hasil percobaan gerak parabola dan makna fisisnya

### C. Deskripsi Singkat Materi

Gerak Parabola adalah gerak dengan lintasan berbentuk parabola, yang terjadi dari hasil perpaduan dua gerak lurus yaitu gerak lurus beraturan pada arah horisontal (sumbu X) dan gerak lurus berubah beraturan pada arah vertikal (sumbu Y)

Pembahasan gerak Parabola sangat menarik, betapa tidak dengan mempelajarinya kita bukan saja mendapatkan peluang untuk menerapkan konsep GLB dan GLBB, tetapi kita dapat menjelaskan bagaimana alam bekerja, menunjukkan kepada kita kebesaran Tuhan sang Pencipta mengatur peristiwa di alam ini secara presisi dan dapat kita diprediksi. Kita dapat memahami dan akhirnya mensyukuri keberadaan gaya gravitasi yang hanya menarik benda-benda pada arah vertikal saja membuat benda-benda itu jatuh dengan percepatan tetap ke bawah.

Besaran-besaran Fisika yang telah kalian pelajari pada modul sebelumnya seperti Vektor, Gerak Lurus, GLB, dan GLBB kalian jumpai kembali, bahkan kalian akan melihat bagaimana hubungan atau kaitan antara besaran-besaran tersebut.

Baiklah, dalam modul ini akan membahas materi-materi tentang Gerak Parabola dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik kegiatan belajar yang harus kalian tempuh, yaitu

**Pertama** : Karakteristik gerak parabola dan analisis vektor posisi dan kecepatan

**Kedua** : Tinggi maksimum dan jarak terjauh

Dalam mempelajari modul ini yang perlu kalian pahami :

1. Pelajari target kompetensi dasar (KD) yang akan dicapai
2. Pahami materi dalam modul ini dan kerjakan soal latihan
3. Kerjakan soal latihannya. Jika sudah lengkap mengerjakan soal latihan, cobalah buka kunci jawaban yang ada pada bagian akhir dari modul ini. Hitunglah skor yang kalian peroleh
4. Jika skor masih dibawah 70, cobalah baca kembali materinya, usahakan jangan mengerjakan ulang soal yang salah sebelum kalian membaca ulang materinya
5. Lakukan percobaan sederhana untuk mengamati karakteristik gerak parabola, dan kemudian susun laporannya untuk diserahkan pada guru kalian
6. Jika skor kalian sudah minimal tujuh puluh, kalian bisa melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

## **E. Materi Pembelajaran**

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Karakteristik Gerak Parabola dan Analisis Vektor Posisi dan Kecepatan

Kedua : Tinggi Maksimum dan Jarak Terjauh

## 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.

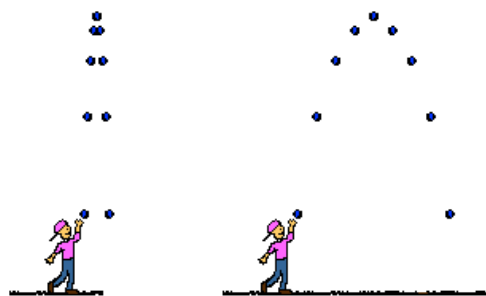
Gerak parabola disebut juga gerak peluru, mengapa dikatakan gerak peluru? kata peluru yang dimaksudkan di sini hanya istilah, bukan peluru pistol, senapan atau senjata lainnya. Dinamakan gerak peluru karena mungkin jenis gerakan ini mirip gerakan peluru yang ditembakkan.

### 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  $\theta$  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 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

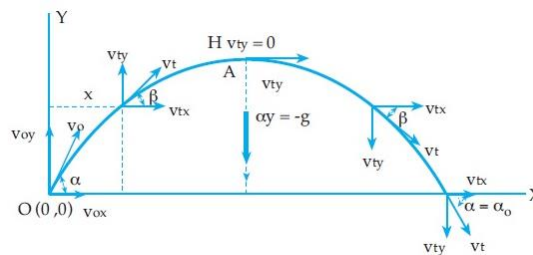
Gambar peluru yang ditembakkan dengan sudut elevasi tertentu dari suatu ketinggian  
 (Sumber: <https://docplayer.info/372999-Mahasiswa-memahami-konsep-gerak-parabola-jenis-gerak-parabola-emnganalisa-dan-membuktikan-secara-matematis-gerak-parabola.html>)

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  $\alpha$ . 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  $\alpha$  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  $37^\circ$  ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ) 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!

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

**Pembahasan Latihan Soal**

1. Menghitung kecepatan awal jika jarak terjauh diketahui:

$$x = v_0^2 \sin 2\alpha \times 1/g$$

$$5 = v_0^2 \sin (2 \times 45) \times 1/10$$

$$5 = v_0^2 \sin 90 \times 1/10$$

$$5 = v_0^2 \times 1 \times 1/10$$

$$50 = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{50}$$

$$v_0 = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$$

2. Dik :  $v_{ox} = 12 \text{ m/s}$  ;  $v_{oy} = 9 \text{ m/s}$ .

$$v_0 = \sqrt{(v_{ox}^2 + v_{oy}^2)}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{(12^2 + 9^2)}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{(144 + 81)}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{224}$$

$$\Rightarrow v_0 = 15 \text{ m/s.}$$

Jadi, kecepatan awal bola tersebut adalah 15 m/s.

3. Dik :  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ ;  $t = 0,4 \text{ s}$ ;  $\theta = 37^\circ$

Untuk mengetahui kecepatan peluru setelah 3 detik maka kita harus menentukan terlebih dahulu  $v_x$  dan  $v_y$  setelah 3 detik sebagai berikut :

$$v_x = v_{ox} \text{ (Ingat bahwa GLB kecepatannya tetap)}$$

$$\Rightarrow v_x = v_0 \cos \theta$$

$$\Rightarrow v_x = 10 \cos 37^\circ$$

$$\Rightarrow v_x = 10 (4/5)$$

$$\Rightarrow v_x = 8 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_{oy} - g.t \text{ (dalam arah vertikal berlaku GLBB)}$$

$$\Rightarrow v_y = v_0 \sin \theta - g.t$$

$$\Rightarrow v_y = 10 \sin 37^\circ - 10.(0,4)$$

$$\Rightarrow v_y = 10 (3/5) - 4$$

$$\Rightarrow v_y = 6 - 4$$

$$\Rightarrow v_y = 2 \text{ m/s}$$

$$v_t = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2)}$$

$$\Rightarrow v_t = \sqrt{(8^2 + 2^2)}$$

$$\Rightarrow v_t = \sqrt{68}$$

$$\Rightarrow v_t = 2\sqrt{17} \text{ m/s.}$$

4. Data-data yang diketahui pada soal:

$$v_0 = 60 \text{ m/s}$$

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

$$t = 1 \text{ s}$$

$$\alpha = 53^\circ$$

Sudut  $\alpha = 53^\circ$  merupakan sudut segitiga siku-siku yang bisa digambarkan sebagai berikut:

$$\sin 53 = 4/5$$

$$\cos 53 = 3/5$$

$$\tan 53 = 4/3$$

Gerak horizontal pada gerak parabola merupakan gerak lurus beraturan (GLB), sehingga:

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$= 60 \cdot \cos 53^\circ \cdot 1$$

$$= 60 \cdot 3/5 \cdot 1$$

$$= 36$$



Sedangkan gerak vertikal pada gerak parabola merupakan gerak lurus berubah beraturan (GLBB), sehingga:

$$\begin{aligned}
 y &= v_0 \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2 \\
 &= 60 \cdot \sin 53^\circ - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 \\
 &= 60 \cdot \frac{4}{5} - 5 \\
 &= 48 - 5 \\
 &= 43
 \end{aligned}$$

Jadi, posisi peluru pada detik ke-1 adalah  $x = 36 \text{ m}$ ,  $y = 43 \text{ m}$  (C).

## F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya Mampu menjelaskan karakteristik gerak parabola	Ya	Tidak
02.	Saya Mampu memberikan contoh-contoh dari gerak parabola	Ya	Tidak
03.	Saya Mampu menjelaskan definisi dari Gerak parabola	Ya	Tidak
04.	Saya Mampu menentukan kecepatan benda pada gerak parabola	Ya	Tidak
05.	Saya Mampu menentukan kecepatan posisi benda pada gerak parabola	Ya	Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

## 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 :

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

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$\alpha$  = 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  $t_{\text{maks}}$  maka diperoleh:

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

Keterangan

$Y_{\text{maks}}$  = 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  $37^\circ$  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:

$X_{\text{maks}}$  = jarak horizontal maksimum (m)

Contoh Soal :

Sebuah bola ditendang dengan kemiringan  $37^\circ$  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  $53^\circ$  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  $30^\circ$  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  $37^\circ$ .
- Sebuah benda dijatuhkan dari pesawat terbang yang bergerak horizontal dengan kelajuan 360 km/jam pada ketinggian 500 m. Tentukan jarak horizontal jatuhnya benda tersebut!

**Pembahasan Latihan Soal**

1. Dik :  $v_0 = 5 \text{ m/s}$ ;  $\theta = 53^\circ$   
 $x_{\text{max}} = (v_0^2 \sin 2\theta)/g$   
 $\Rightarrow x_{\text{max}} = (25 \cdot 2 \sin 53^\circ \cos 53^\circ)/10$   
 $\Rightarrow x_{\text{max}} = 5 (4/5) (3/5)$   
 $\Rightarrow x_{\text{max}} = 2,4 \text{ m.}$   
 Jadi, jarak maksimum bola hanya 2,4 meter.
2. Dik :  $v_0 = 6 \text{ m/s}$ ;  $\theta = 30^\circ$   
 $t_p = (v_0 \sin \theta)/g$   
 $\Rightarrow t_p = (6 \sin 30^\circ)/10$   
 $\Rightarrow t_p = 0,6 (1/2)$   
 $\Rightarrow t_p = 0,3 \text{ detik.}$   
 Jadi waktu yang dibutuhkan adalah 0,3 detik.
3. Dik :  $v_0 = 5 \text{ m/s}$ ;  $\theta = 37^\circ$   
 $h_{\text{max}} = (v_0^2 \sin^2 \theta) / 2g$   
 $\Rightarrow h_{\text{max}} = (5^2 \sin^2 37^\circ) / 2(10)$   
 $\Rightarrow h_{\text{max}} = \{25 (9/25)\} / 20$   
 $\Rightarrow h_{\text{max}} = 9/20$   
 $\Rightarrow h_{\text{max}} = 0,45 \text{ m}$   
 Jadi, ketinggian maksimum yang dicapai bola adalah 0,45 meter
4. Diketahui:  
 $v_0 = 360 \text{ km/jam} = 100 \text{ m/s}$   
 $y = 500 \text{ m}$   
 $\alpha = 0^\circ$  (horizontal)  
 Ditanyakan:  
 $R = \dots ?$   
 Jawab:  
 $y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - 1/2 \text{ gt}^2$ , karena  $\alpha = 0^\circ$  maka:  
 $y = - 1/2 \text{ gt}^2$   
 $-500 = - 1/2 \cdot 10 \cdot t^2$   
 $t^2 = 100$   
 $t = 10 \text{ sekon}$   
 Pada arah horizontal  
 $R = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = 100 \cdot \cos 0^\circ \cdot 10 = 1.000 \text{ m}$   
 Jadi jawabannya adalah 1000 m

**E. Penilaian Diri**

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya mampu menentukan waktu yang diperlukan benda untuk mencapai titik tertinggi (maksimum) pada gerak parabola	Ya	Tidak
02.	Saya dapat menentukan titik tertinggi (tinggi maksimum) yang dicapai benda pada gerak parabola	Ya	Tidak
03.	Saya mampu menentukan koordinat x,y pada titik tertinggi (tinggi maksimum) yang dicapai benda pada gerak parabola	Ya	Tidak

04.	Saya mampu menentukan waktu yang diperlukan benda untuk mencapai titik/jarak terjauh pada gerak parabola	Ya	Tidak
05.	Saya dapat menentukan jarak terjauh yang ditempuh benda pada gerak parabola	Ya	Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

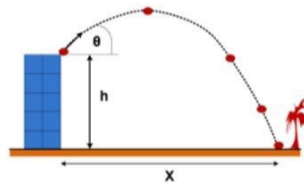
## EVALUASI

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Lendra sedang bermain bola dan dia menendang sebuah bola dengan sudut elevasi  $45^\circ$ . Bola jatuh tepat 10 meter di depan Lendra. Kecepatan awal dari bola yang ditendang Lendra adalah .... m/s
  - A. 10
  - B. 20
  - C. 30
  - D. 40
  - E. 50
2. Puncto tanpa sengaja menendang bola dengan kecepatan awal 15 m/s dengan sudut elevasi  $45^\circ$ . Panjang lintasan maksimum bola tersebut adalah .... m
  - A. 22,49
  - B. 22,50
  - C. 22,51
  - D. 22,52
  - E. 22,53
3. Batu akik di lemparkan fandy ke udara sehingga membentuk sudut  $53^\circ$  dengan kecepatan awal 50 m/s. Jika diasumsikan bahwa nilai  $g=10 \text{ m/s}^2$ . Posisi batu akik pada  $t=2\text{s}$  adalah  $X=...$  dan  $Y=...$ 
  - A.  $X=20\text{m}$  dan  $Y=60\text{m}$
  - B.  $X=30\text{m}$  dan  $Y=60\text{m}$
  - C.  $X=40\text{m}$  dan  $Y=60\text{m}$
  - D.  $X=20\text{m}$  dan  $Y=50\text{m}$
  - E.  $X=20\text{m}$  dan  $Y=40\text{m}$
4. Sebuah kelereng di lemparkan ke udara dan membentuk sudut elevasi sebesar  $60^\circ$ . Jika kelereng tersebut memiliki berat 20 gram dan kecepatan 30 m/s. Energi kinetik ketika kelereng pada saat berada di titik tertinggi adalah ..... joule
  - A. 6,25
  - B. 5,25
  - C. 4,25
  - D. 3,25
  - E. 2,25
5. Pesawat puntox akan melancarkan serangan berupa peluncuran bom. Pesawat puntox berada di ketinggian 200 meter dengan jarak mendatar dari target adalah 600 meter. Kecepatan relatif pesawat tempur tersebut terhadap target adalah ..... km/jam
  - A. 341
  - B. 342
  - C. 343
  - D. 344
  - E. 345



6. Pada saat peluru mencapai titik tertinggi, maka kecepatan arah vertikal peluru adalah ....
- Nol
  - Tetap
  - Berubah bertambah cepat
  - Berubah bertambah lambat
  - Berubah tidak beraturan
7. Sebuah kelereng berada di atas sebuah meja didorong dengan laju sebesar 2 m/s. Ketinggian meja dari lantai adalah 45 cm. Jarak mendarat yang ditempuh kelereng dihitung dari kaki meja adalah .... m
- 0,2
  - 0,3
  - 0,4
  - 0,5
  - 0,6
8. Sebuah bola dilontarkan dari atap sebuah gedung yang tingginya adalah  $h = 10$  m dengan kelajuan awal  $V_0 = 10$  m/s. Jika percepatan gravitasi bumi adalah  $10 \text{ ms}^2$ , sudut yang terbentuk antara arah lemparan bola dengan arah horizontal adalah  $30^\circ$  dan gesekan bola dengan udara diabaikan, maka waktu yang diperlukan bola untuk menyentuh tanah adalah .... Sekon
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5



9. Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan 60 m/s dan sudut elevasi  $30^\circ$ . Ketinggian maksimum yang dicapai adalah .... m
- 30
  - 45
  - 90
  - 120
  - 150
10. Peluru ditembakkan condong ke atas dengan kecepatan awal  $v = 1,4 \times 10^3$  m/s dan mengenai sasaran yang jarak mendatarnya sejauh  $2 \times 10^5$  m. Bila percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ , maka elevasinya adalah  $n$  derajat, dengan  $n$  sebesar....
- 30
  - 45
  - 60
  - 90
  - 100

### **Kunci Jawaban Evaluasi**

1. C
2. A
3. A
4. E
5. B
6. A
7. D
8. B
9. C
10. B

## DAFTAR PUSTAKA

Subagya, Hari. 2016. Buku Konsep dan Penerapan Fisika untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016 Kelompok Peminatan MIPA, PT. Bumi Aksara

eModul "Fisika\_Kelas-X\_Gerak-Parabola" Direktorat SMA

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

<https://www.edutafsi.com/2014/12/memahami-rumus-gerak-parabola.html>

<http://fisikazone.com/gerak-parabola/>

<https://jadijua.com/contoh-soal-gerak-parabola/>