

# Fisika Dasar I (FI-321)

Topik hari ini (minggu 2)

## Gerak dalam Satu Dimensi (Kinematika)

- Kerangka Acuan & Sistem Koordinat
- Posisi dan Perpindahan
- Kecepatan
- Percepatan
- GLB dan GLBB
- Gerak Jatuh Bebas



# Mekanika

- ▶ Bagian dari ilmu fisika yang mengkaji gerak suatu benda dan pengaruh lingkungan terhadap gerak benda tersebut
- ▶ ***Kinematika*** adalah bagian dari mekanika yang mengkaji gerak benda tanpa mempedulikan penyebab gerak atau bagaimana lingkungan mempengaruhi gerak tersebut
- ▶ ***Dinamika*** adalah bagian dari mekanika yang mengkaji bagaimana pengaruh lingkungan terhadap gerak tersebut

# Kinematika Partikel (benda Titik)

**Benda titik** atau **partikel** adalah benda yang ukurannya dapat diabaikan terhadap skala ukuran lain yang terlihat dalam pembahasan

Contoh:

Dalam meninjau gerak benda langit, bumi dapat dianggap sebagai benda titik karena ukurannya jauh lebih kecil dari ukuran orbitnya

Cat:

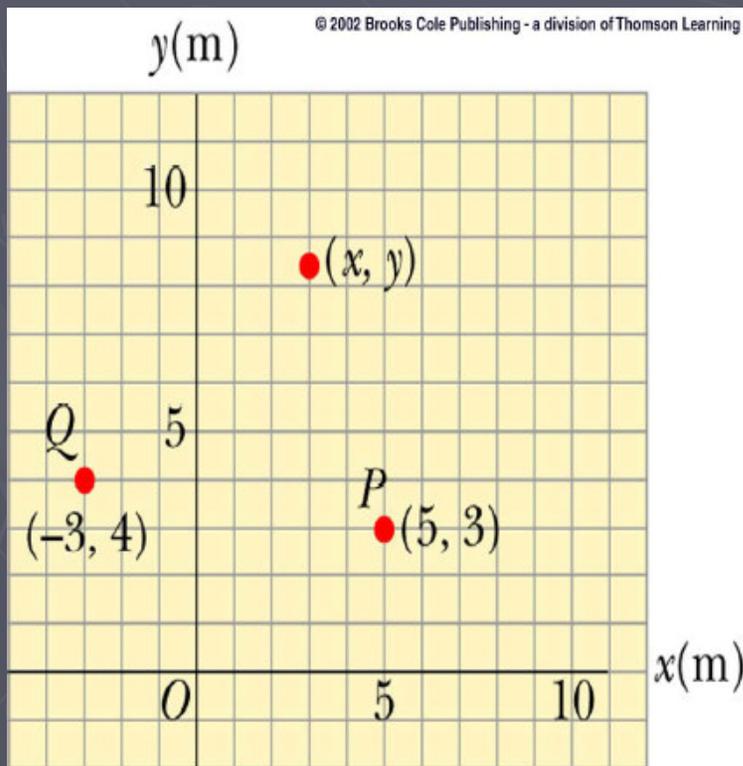
Gerak benda yang bukan titik dapat dipandang sebagai gerak benda titik asalkan benda secara keseluruhan hanya bergerak translasi saja (**setiap titik pada benda akan mengalami pergerakan yang serupa, karena itu gerak benda secara keseluruhan dapat diwakili oleh gerak salah satu titiknya saja**)

# Sistem Koordinat

- ❑ Digunakan untuk menjelaskan posisi suatu titik dalam ruang
- ❑ Sistem koordinat (kerangka) terdiri dari
  - Titik acuan tetap yang dinamakan titik pusat
  - Sumbu-sumbu dengan skala dan keterangan
- ❑ Jenis Sistem Koordinat (dalam kuliah ini)
  - Kartesian
  - Polar

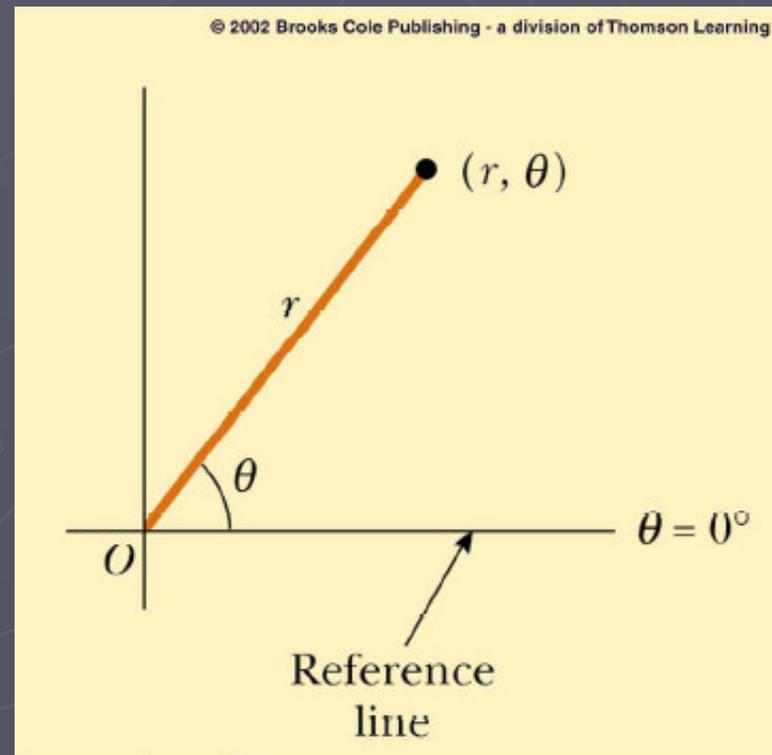
## Sistem Koordinat Kartesian

- Sumbu  $x$  dan sumbu  $y$  (2D)
- Posisi sebuah titik ditulis  $(x,y)$



## Sistem Koordinat Polar

- Posisi sebuah titik adalah berjarak  $r$  dari titik pusat dan bersudut  $\theta$  dari garis acuan ( $\theta = 0$ )
- Posisi sebuah titik ditulis  $(r, \theta)$



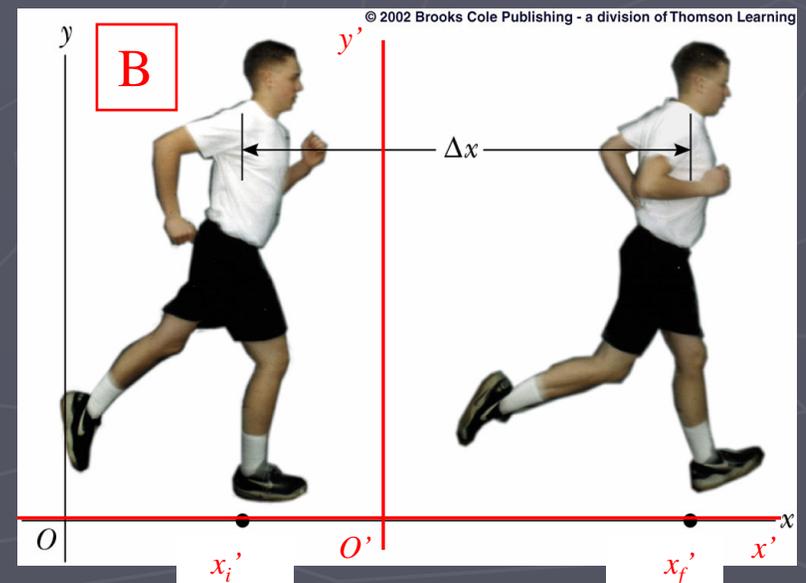
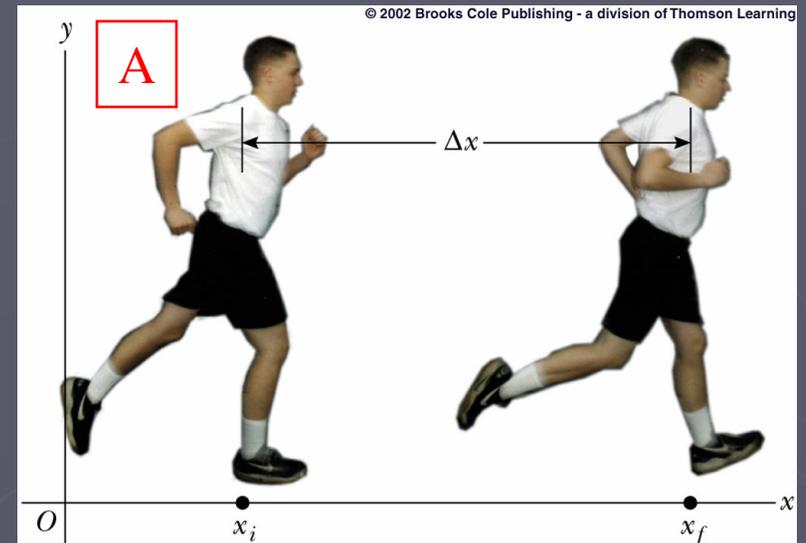
# Posisi dan Perpindahan

- **Posisi** didefinisikan dalam sebuah **kerangka acuan**

**Kerangka A:**  $x_i > 0$  and  $x_f > 0$

**Kerangka B:**  $x'_i < 0$  but  $x'_f > 0$

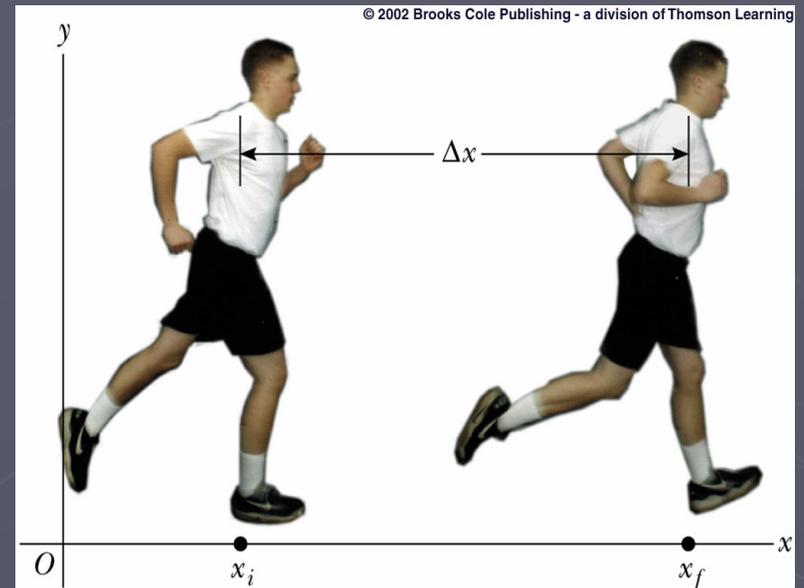
- Satu Dimensi, sehingga kita hanya perlu sumbu **x** atau sumbu **y** saja



# Posisi dan Perpindahan (lanjutan)

## ► Perpindahan mengukur perubahan posisi

- Direpresentasikan oleh  $\Delta x$  (jika horizontal) atau  $\Delta y$  (jika vertikal)
- Kuantitas Vektor (karena perlu informasi arah)
  - Tanda + atau – dapat digunakan untuk menyatakan arah gerak satu dimensi

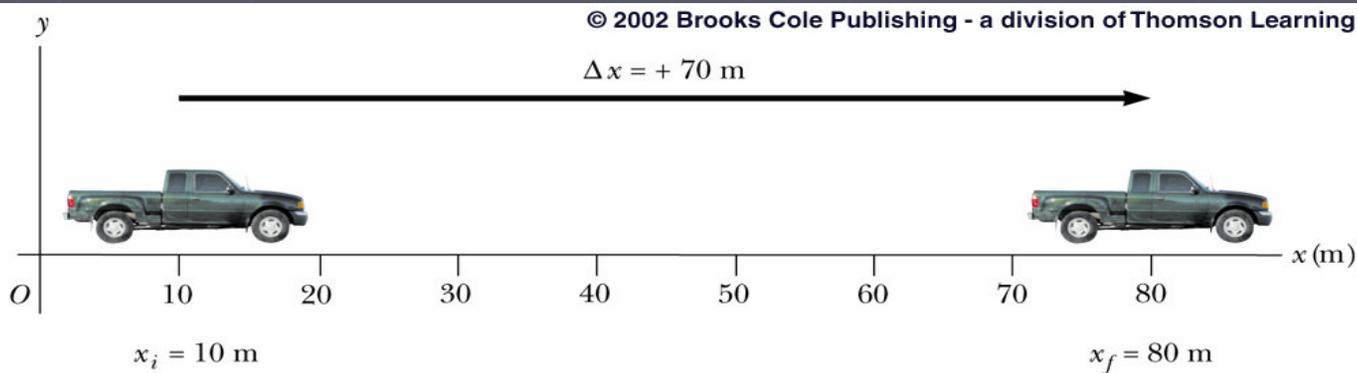


	Satuan
SI	Meters (m)
CGS	Centimeters (cm)
USA & UK	Feet (ft)

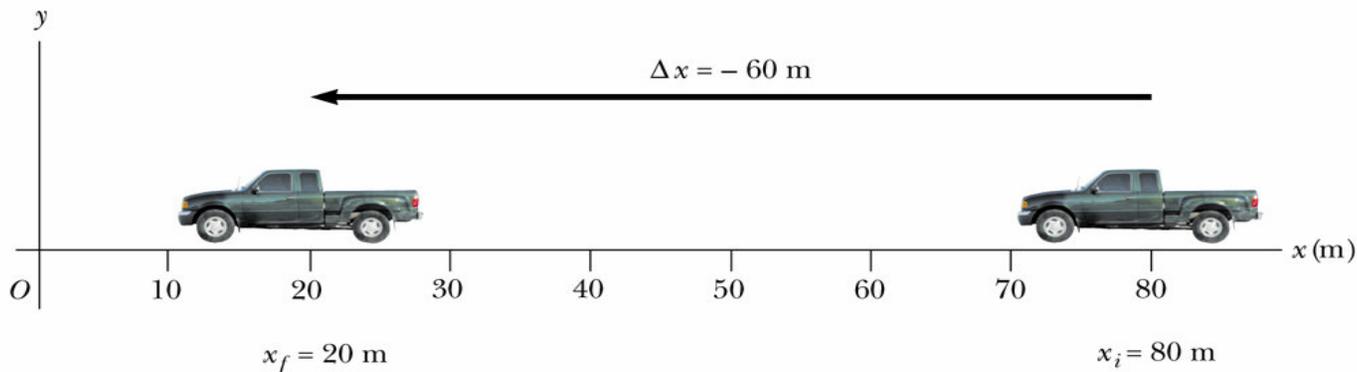
# Perpindahan

- Perpindahan mengukur perubahan posisi

- Direpresentasikan oleh  $\Delta x$  atau  $\Delta y$



(a)

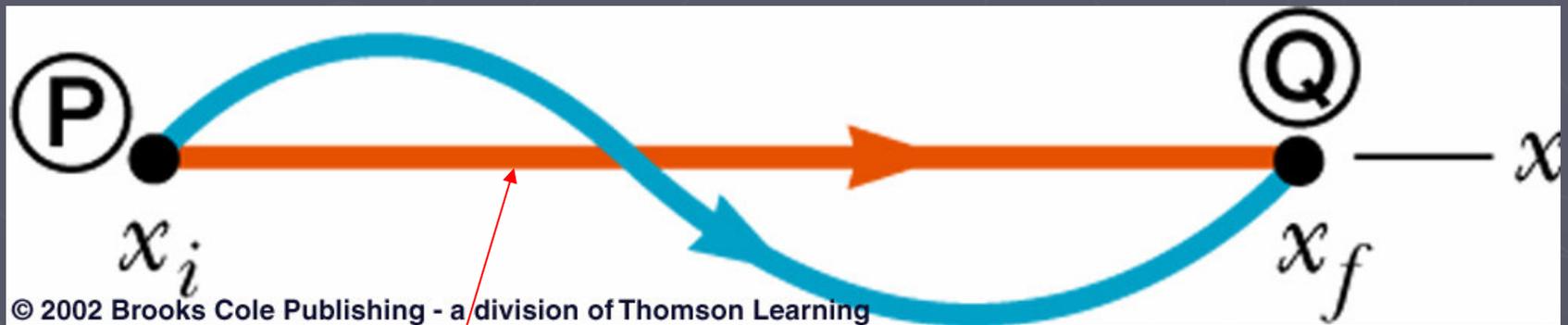


(b)


$$\begin{aligned}\Delta x_1 &= x_f - x_i \\ &= 80 \text{ m} - 10 \text{ m} \\ &= \underline{+70 \text{ m}} \checkmark\end{aligned}$$


$$\begin{aligned}\Delta x_2 &= x_f - x_i \\ &= 20 \text{ m} - 80 \text{ m} \\ &= \underline{-60 \text{ m}} \checkmark\end{aligned}$$

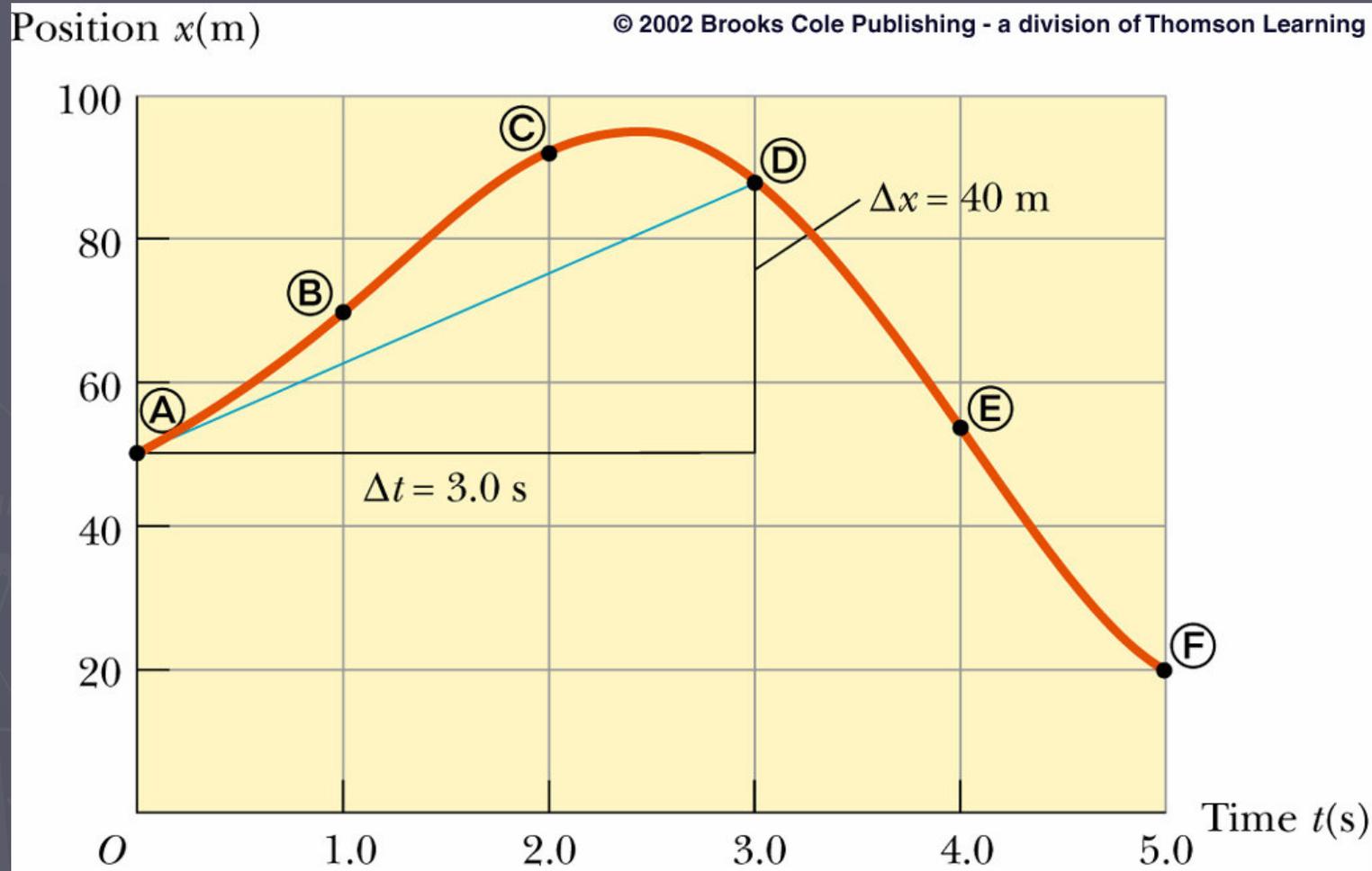
# Jarak atau Perpindahan?



Perpindahan  
(garis merah)

Jarak yang ditempuh  
(kurva biru)

# Grafik Posisi terhadap waktu



- **Cat:** grafik posisi-waktu tidak berupa sebuah garis lurus, meskipun gerakannya sepanjang arah  $x$

# Test Konsep 1

Sebuah benda (misal mobil) bergerak dari suatu titik dalam ruang ke titik yang lain. Setelah sampai ditujuan, maka **perpindahannya** adalah

- a. Lebih besar atau sama
- b. Selalu lebih besar
- c. Selalu sama
- d. Lebih kecil atau sama
- e. Lebih kecil atau lebih besar

dengan **jarak** yang ditempuh.

**Jawab : d**

# Kecepatan Rata-rata

- ▶ Membutuhkan waktu untuk sebuah objek ketika mengalami perpindahan
- ▶ Kecepatan rata-rata adalah perbandingan antara perpindahan dengan selang waktu yang terjadi

$$\vec{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t}$$

- ▶ **Arahnya** sama dengan arah perpindahan ( $\Delta t$  selalu positif)

# Kecepatan Rata-rata (Lanjutan)

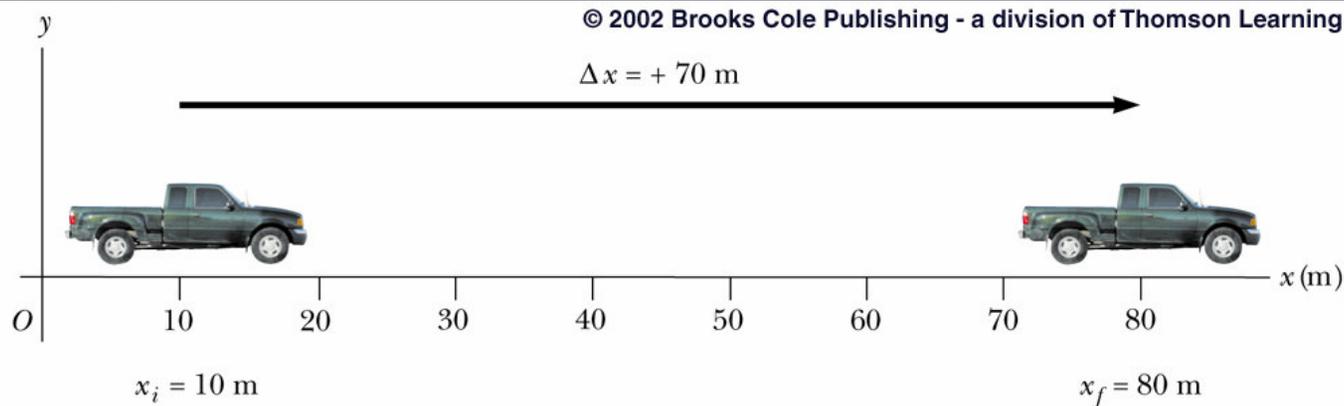
## ► Satuan dari kecepatan:

	Satuan
SI	Meter per sekon (m/s)
CGS	Centimeter per sekon (cm/s)
USA & UK	Feet per sekon (ft/s)

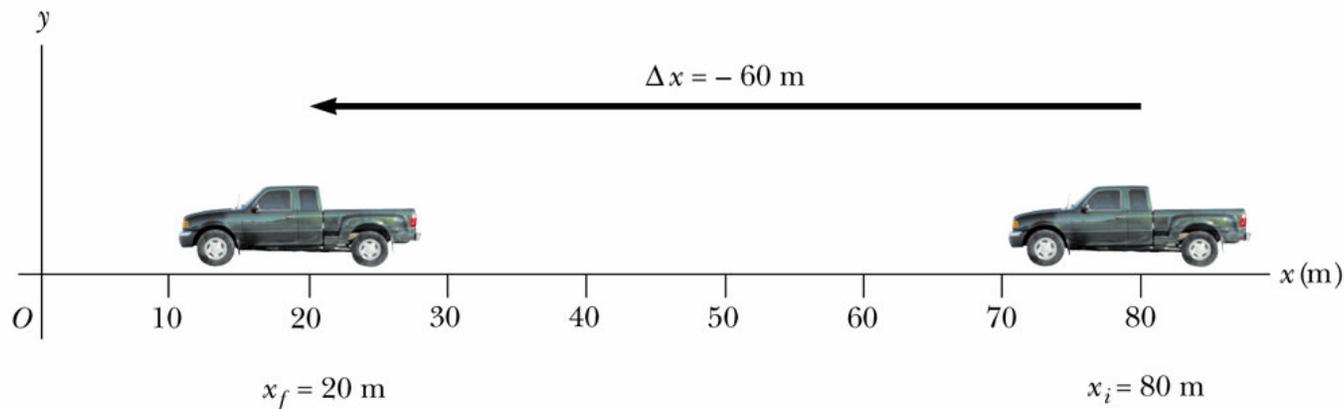
- **Cat:** satuan lain mungkin diberikan dalam kasus tertentu, **tetapi kita perlu mengkonversinya**

# Contoh:

Anggap di kedua kasus truk menempuh jarak tersebut dalam waktu **10 sekon**:



(a)



(b)

$$\vec{v}_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{\Delta \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{+70 \text{ m}}{10 \text{ s}} = \underline{+7 \text{ m/s}}$$

$$\vec{v}_{2 \text{ rata-rata}} = \frac{\Delta \vec{x}_2}{\Delta t} = \frac{-60 \text{ m}}{10 \text{ s}} = \underline{-6 \text{ m/s}}$$

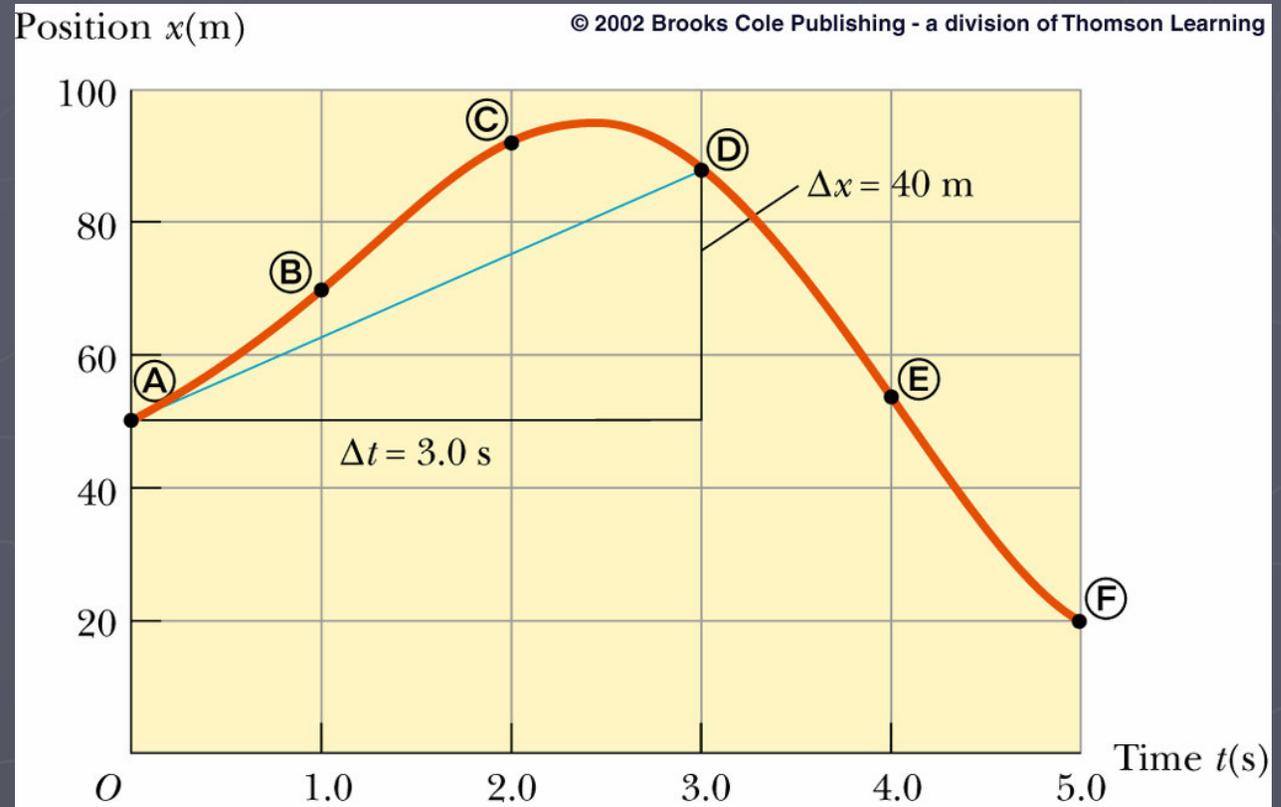
# Kelajuan

- ▶ Kelajuan adalah besaran skalar (tidak memerlukan informasi tanda/arah)
  - Satuannya sama dengan kecepatan
  - Kelajuan rata-rata = total jarak / total waktu
- ▶ Kelajuan menyatakan besar dari kecepatan

# Interpretasi Grafik dari Kecepatan Rata-rata

- ▶ Kecepatan dapat ditentukan dari grafik posisi-waktu

$$\begin{aligned}\vec{v}_{\text{rata-rata}} &= \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{+40\text{m}}{3.0\text{s}} \\ &= \underline{+13\text{m/s}}\end{aligned}$$



- ▶ **Kecepatan rata-rata** adalah **kemiringan** dari garis yang menghubungkan posisi awal dan akhir

# Kecepatan Sesaat

- ▶ **Kecepatan sesaat** didefinisikan sebagai **limit dari kecepatan rata-rata** dengan selang waktu yang sangat singkat (infinitesimal), atau selang waktunya mendekati nol

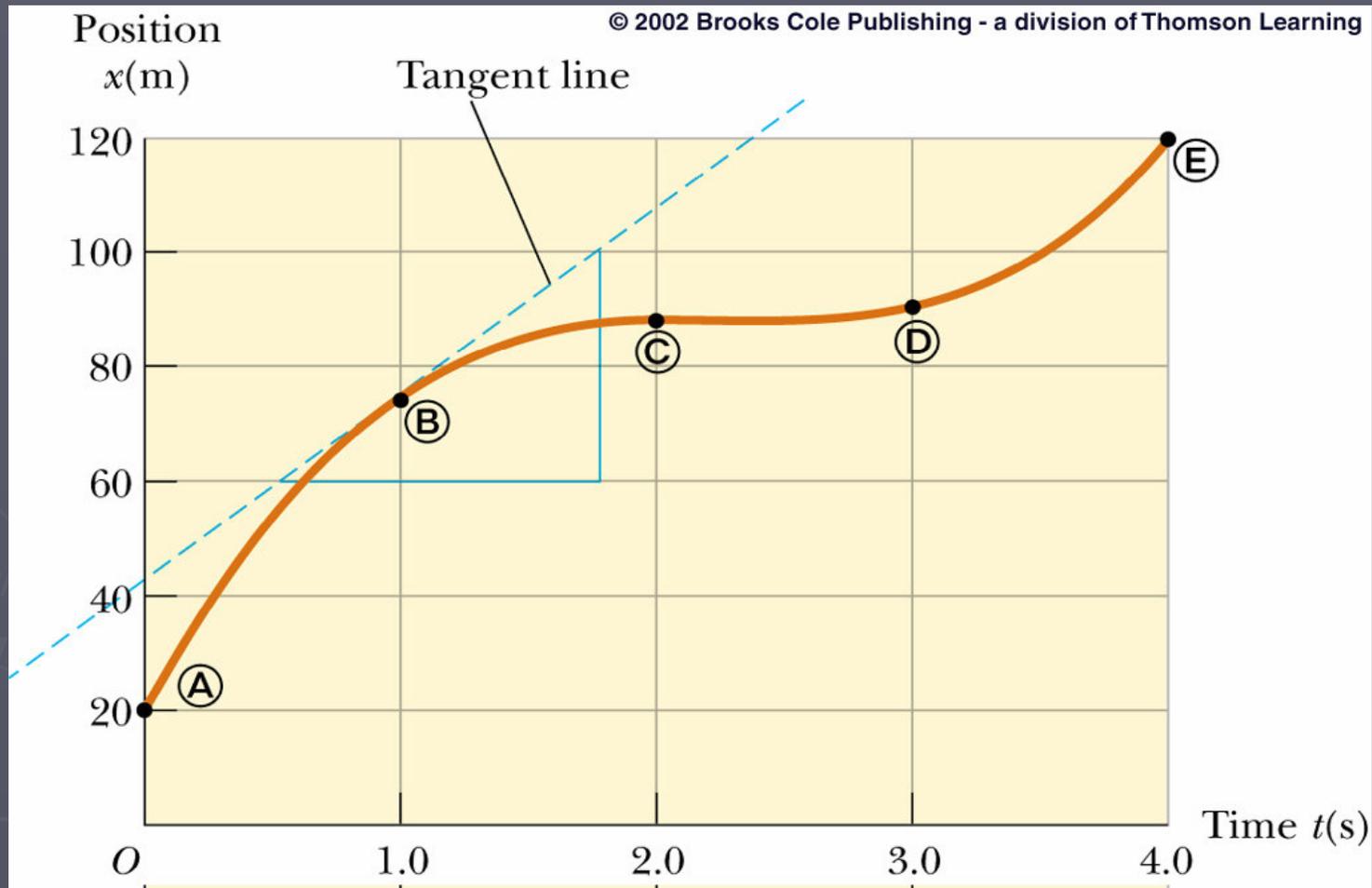
$$\vec{v}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t}$$

- ▶ Kecepatan sesaat menunjukkan apa yang terjadi disetiap titik waktu

# Kecepatan Tetap

- ▶ Kecepatan tetap = kecepatan konstan
- ▶ Kecepatan sesaat di setiap titik akan selalu sama
  - Kecepatan sesaat akan sama dengan kecepatan rata-rata

# Interpretasi Grafik dari Kecepatan Sesaat



- ▶ **Kecepatan sesaat** adalah **kemiringan** dari garis singgung (**tangent line**) pada kurva saat waktu tertentu
- ▶ Laju sesaat adalah besar dari kecepatan sesaat

# Kecepatan Sesaat (lanjutan)

$$\vec{v}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t} =$$

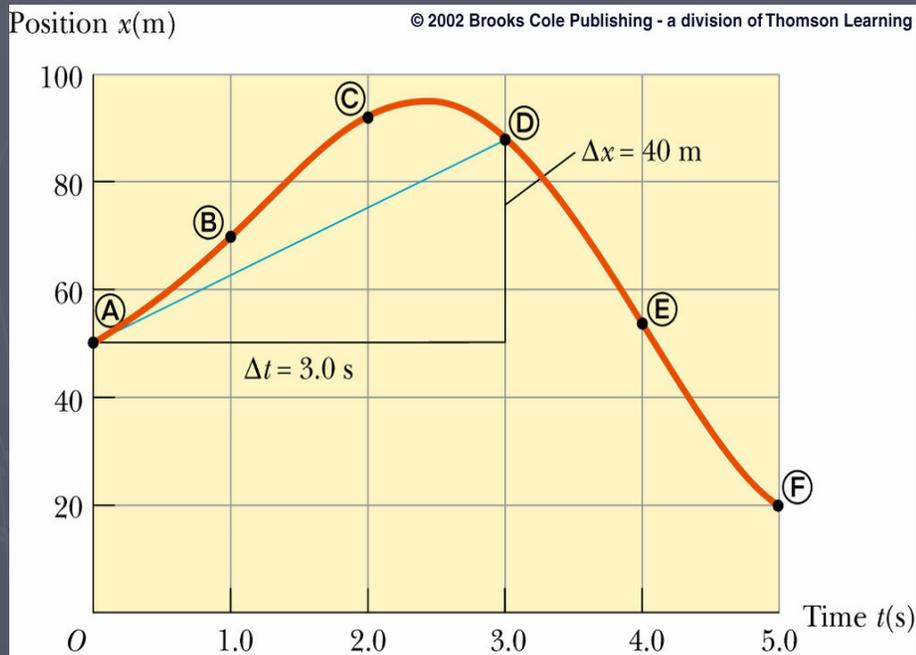
Kemiringan garis yang menyinggung kurva  $x$  terhadap  $t$

Limit ini dinamakan **turunan**  $x$  terhadap  $t$ , ditulis dalam notasi kalkulus (1-D) :

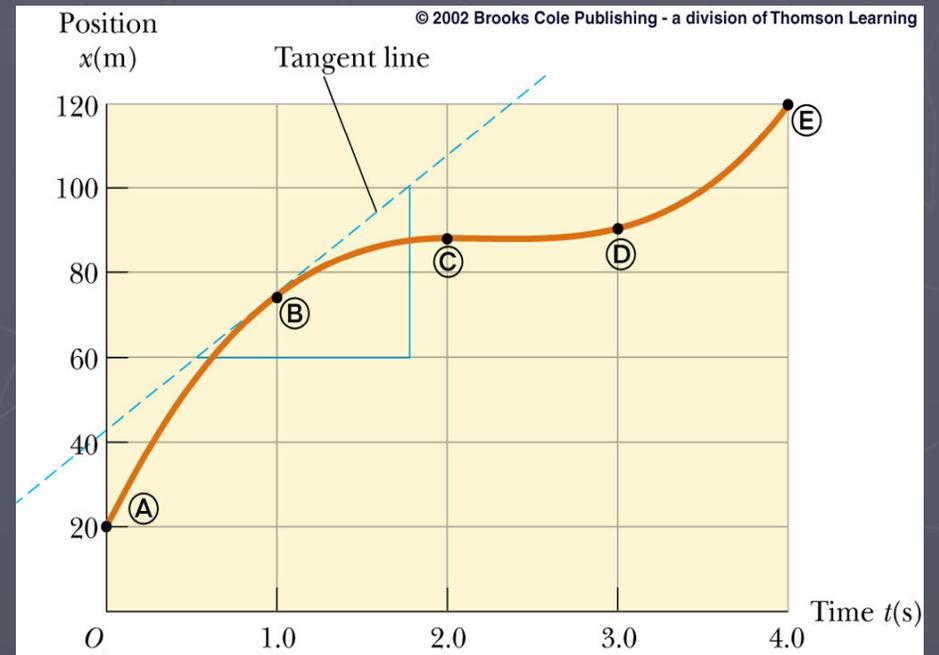
$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Latihan: Lihat Buku Tipler Jilid 1 hal 47 no 12, 13, 14 dan 15

# Kecepatan rata-rata Vs Kecepatan sesaat



Kecepatan rata-rata



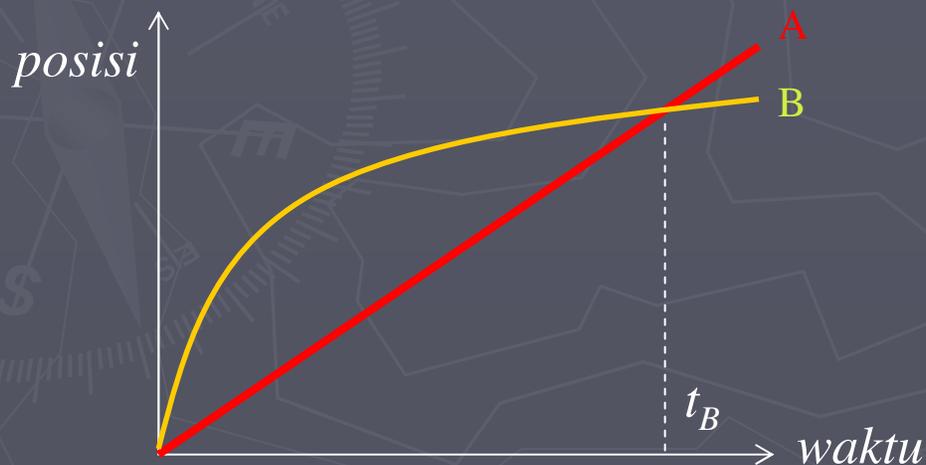
Kecepatan sesaat

Animasi 2.2

# Tes Konsep 2

Grafik di bawah ini menunjukkan fungsi antara posisi terhadap waktu dua buah kereta yang melaju dalam lintasan paralel. Pernyataan mana yang benar:

- a. pada  $t = t_B$  Kedua kereta mempunyai kecepatan yang sama
- b. Laju kedua kereta bertambah tiap waktu
- c. kedua kereta pernah mempunyai kecepatan yang sama sebelum  $t_B$
- d. kereta api A lebih panjang dari pada kereta api B
- e. semua pernyataan benar



Jawab : c

# Percepatan Rata-rata

- ▶ Perubahan kecepatan (tidak konstan) berarti menghadirkan **percepatan**
- ▶ **Percepatan rata-rata** adalah perbandingan **perubahan kecepatan** terhadap **selang waktu** (laju perubahan kecepatan)

$$\vec{a}_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

- ▶ Kecepatan rata-rata adalah besaran **vektor** (jadi mempunyai besar dan arah)

# Percepatan Rata-rata (Lanjutan)

- ▶ Ketika **tanda** dari **kecepatan** dan **percepatan** sama (positif atau negatif), **laju bertambah**
- ▶ Ketika **tanda** dari **kecepatan** dan **percepatan** berlawanan, **laju berkurang**

	Satuan
SI	Meter per sekon kuadrat ( $\text{m/s}^2$ )
CGS	Centimeter per sekon kuadrat ( $\text{cm/s}^2$ )
USA & UK	Feet per sekon kuadrat ( $\text{ft/s}^2$ )

# Percepatan Sesaat dan Percepatan Konstan

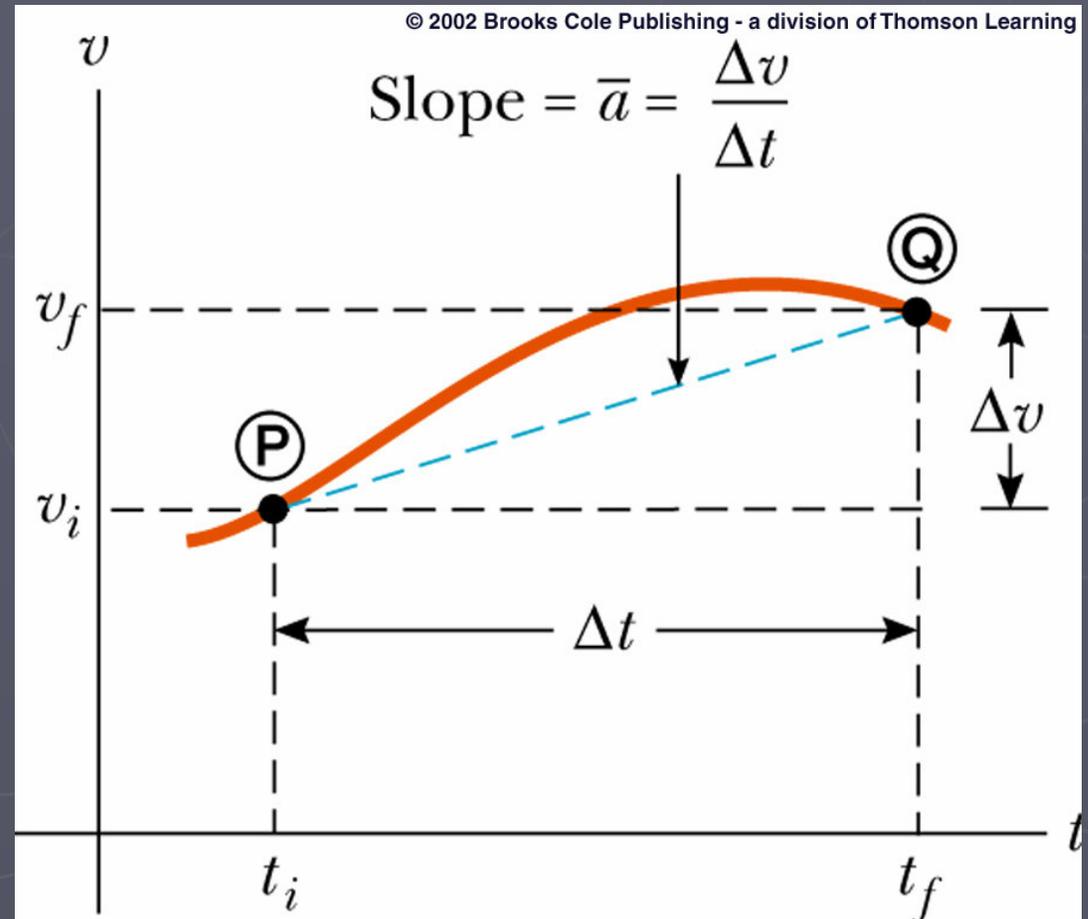
- ▶ **Percepatan sesaat** adalah **limit** dari percepatan rata-rata dengan selang waktu mendekati nol

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

- ▶ Ketika percepatan sesaat selalu sama, percepatannya akan tetap (konstan)
  - Kecepatan sesaat akan sama dengan percepatan rata-rata

# Interpretasi Grafik dari Percepatan

- ▶ **Percepatan rata-rata** adalah kemiringan dari garis yang menghubungkan **kecepatan awal dan akhir** pada grafik kecepatan-waktu
- ▶ **Percepatan sesaat** adalah kemiringan dari **garis singgung** pada kurva untuk grafik kecepatan-waktu



# Percepatan Sesaat (lanjutan)

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} =$$

Kemiringan garis yang menyinggung kurva  $v$  terhadap  $t$

Limit ini dinamakan **turunan**  $v$  terhadap  $t$ , ditulis dalam notasi kalkulus (1-D) :

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} &= \frac{dv}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2} \end{aligned}$$

Latihan: Lihat Buku Tipler Jilid 1 hal 47 no 18

Animasi 2.3

# Tes Konsep



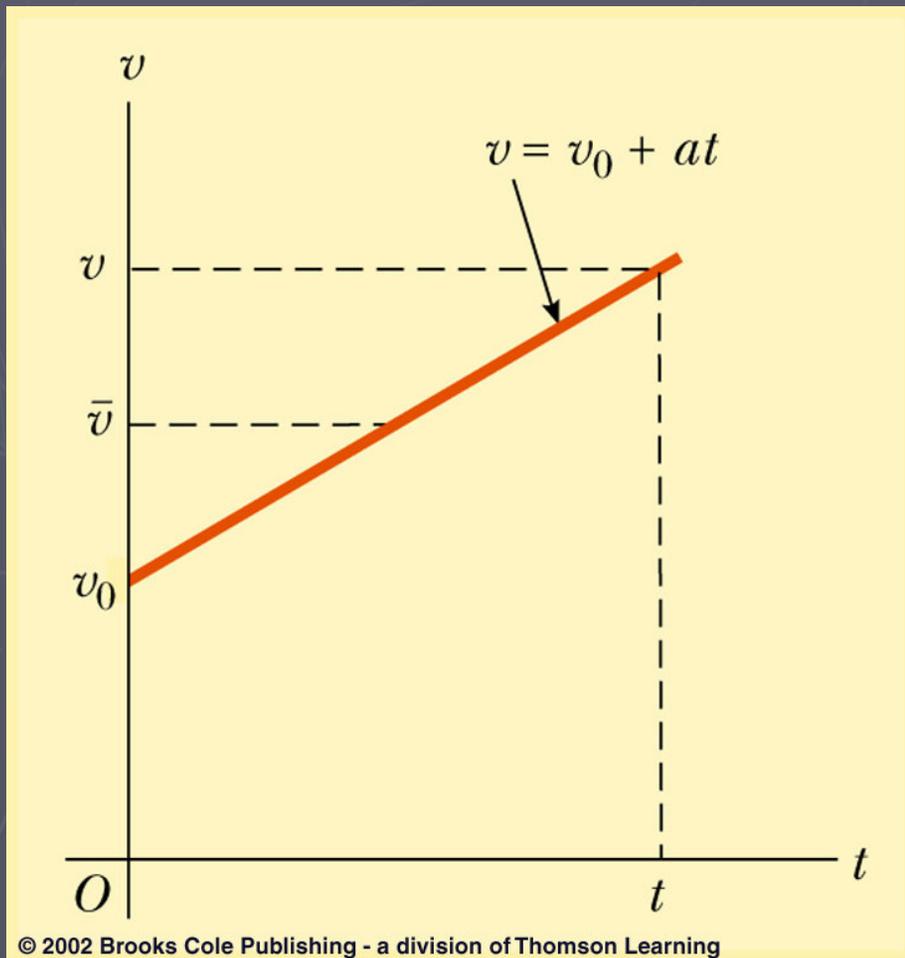
# Hubungan diferensiasi dan Integrasi

$$\frac{dx}{dt} = v \quad \rightarrow \quad dx = v dt \quad \rightarrow \quad \Delta x = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

$$\frac{dv}{dt} = a \quad \rightarrow \quad dv = a dt \quad \rightarrow \quad \Delta v = \int_{t_1}^{t_2} a dt$$

# Gerak Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan (GLBB)

- Jika percepatan konstan ( $\bar{a} = a$ ):



$$a = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} = \frac{v_f - v_o}{t} \text{ maka:}$$

$$v_f = v_o + at$$

Menunjukkan bahwa **kecepatan** adalah fungsi dari **percepatan** dan **waktu**

# Gerak Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan (Lanjutan)

- Digunakan pada saat **percepatan konstan**

$$\Delta \mathbf{x} = \mathbf{v}_{\text{rata2}} \mathbf{t} = \left( \frac{\mathbf{v}_o + \mathbf{v}_f}{2} \right) \mathbf{t}$$

$$v_f = v_o + at$$

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_f^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$$

Kecepatan berubah secara konstan!!!

# Catatan pada Persamaan GLBB

$$\Delta x = v_{average} t = \left( \frac{v_o + v_f}{2} \right) t$$

- ▶ Perpindahan sebagai fungsi dari kecepatan dan waktu

$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

- ▶ Perpindahan sebagai fungsi dari waktu, kecepatan dan percepatan

$$v_f^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$$

- ▶ Kecepatan sebagai fungsi dari percepatan dan perpindahan

# Jatuh Bebas

- ▶ Setiap benda bergerak yang hanya dipengaruhi oleh gravitasi disebut **jatuh bebas**
- ▶ Setiap benda yang jatuh dekat permukaan bumi memiliki **percepatan konstan**
- ▶ Percepatan ini disebut **percepatan gravitasi**, dan disimbolkan dengan  **$g$**

# Percepatan Gravitasi

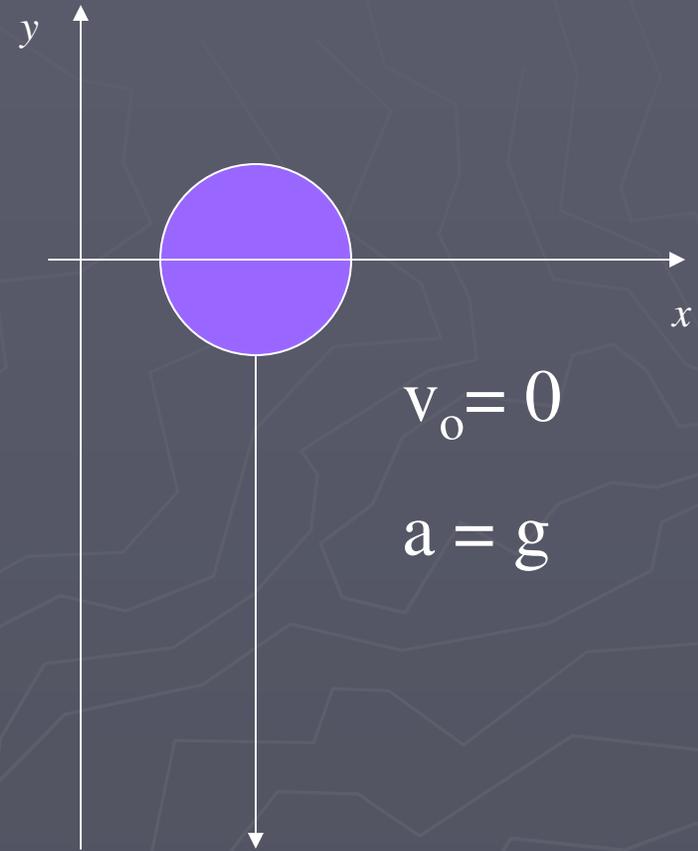
- ▶ Disimbolkan oleh  $g$
- ▶  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  (dapat digunakan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- ▶  $g$  arahnya selalu ke bawah
  - menuju ke pusat bumi

# Jatuh Bebas – Benda dilepaskan

- ▶ Kecepatan awal = nol
- ▶ Kerangka: ke atas positif
- ▶ Gunakan persamaan kinematika
  - Umumnya menggunakan **y** karena vertikal

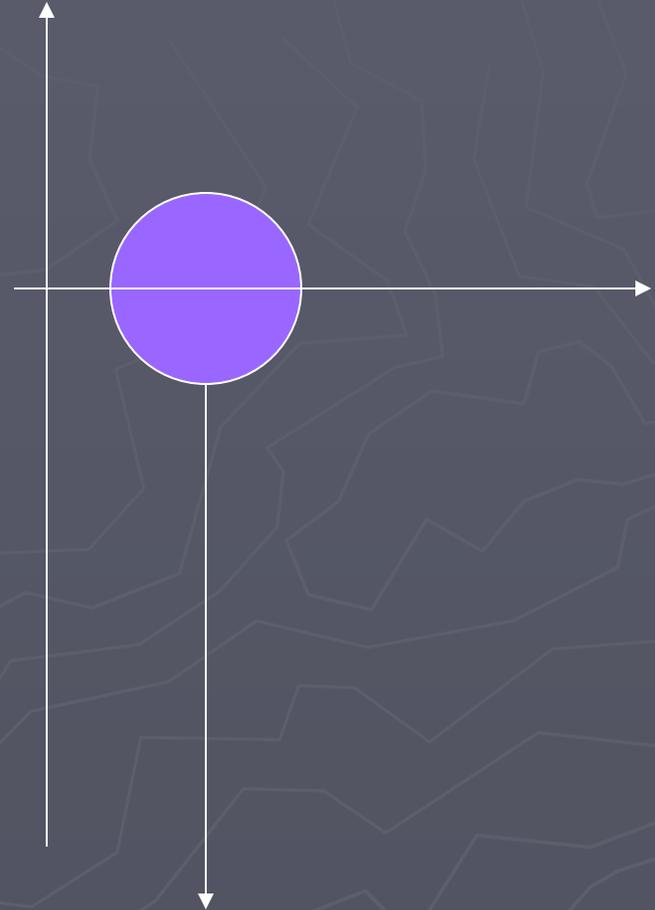
$$\Delta y = \frac{1}{2} at^2$$

$$a = -9.8 m/s^2$$



# Jatuh Bebas – Benda dilempar ke bawah

- ▶  $a = g$ 
  - Ke atas positif, maka percepatan akan negatif,  $g = -9.8 \text{ m/s}^2$
- ▶ Kecepatan awal  $\neq 0$ 
  - Ke atas positif, maka kecepatan awal akan negatif



# Jatuh Bebas – Benda dilempar ke atas

- ▶ Kecepatan awal **ke atas**, sehingga **positif**
- ▶ Kecepatan sesaat pada tinggi maksimum adalah **nol**
- ▶  $a = g$  dalam keseluruhan gerak
  - $g$  arahnya selalu ke bawah, sehingga **negatif**



# Lemparan ke Atas

## ► Geraknya simetri, sehingga

- $t_{\text{atas}} = t_{\text{bawah}}$

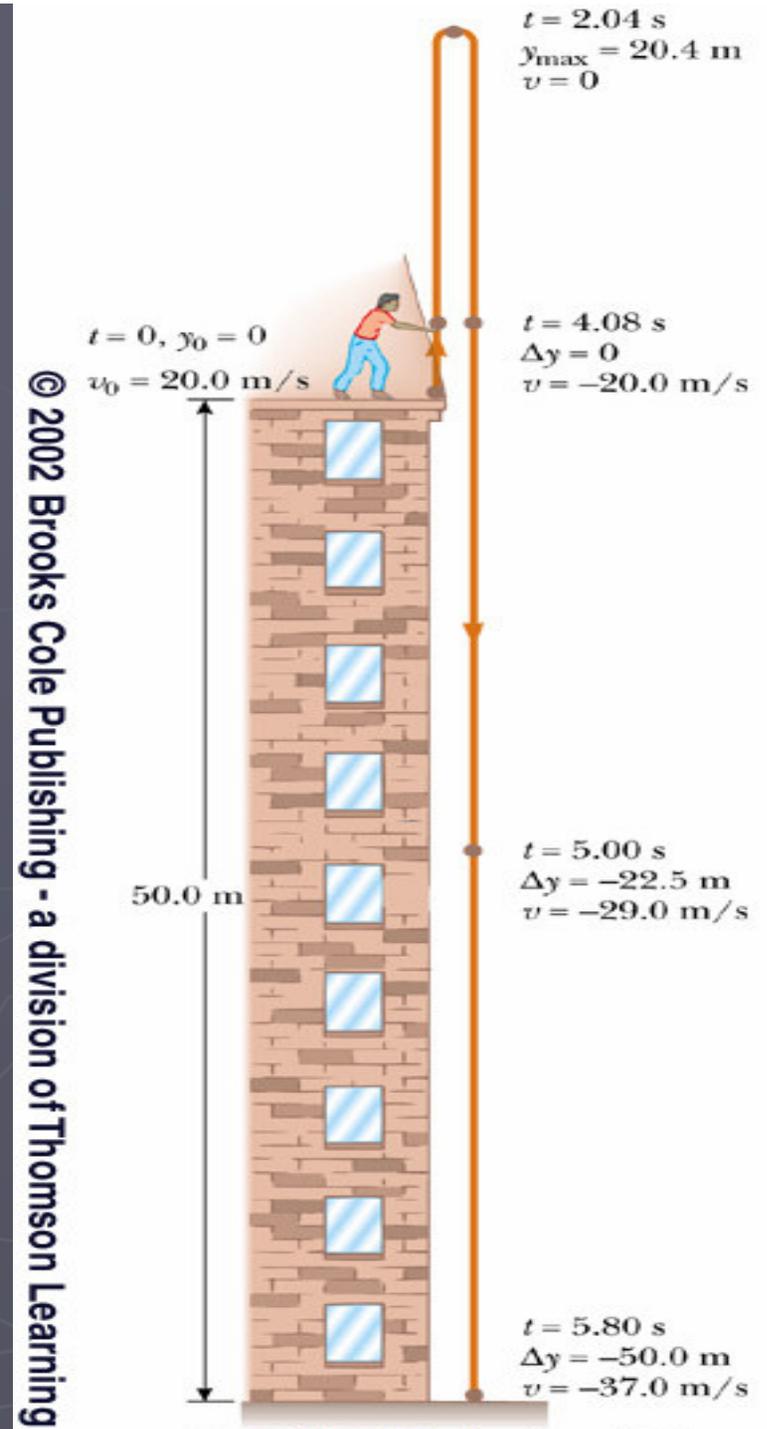
- $v_f = -v_o$

## ► Geraknya tidak simetri

- Geraknya dibagi menjadi beberapa bagian

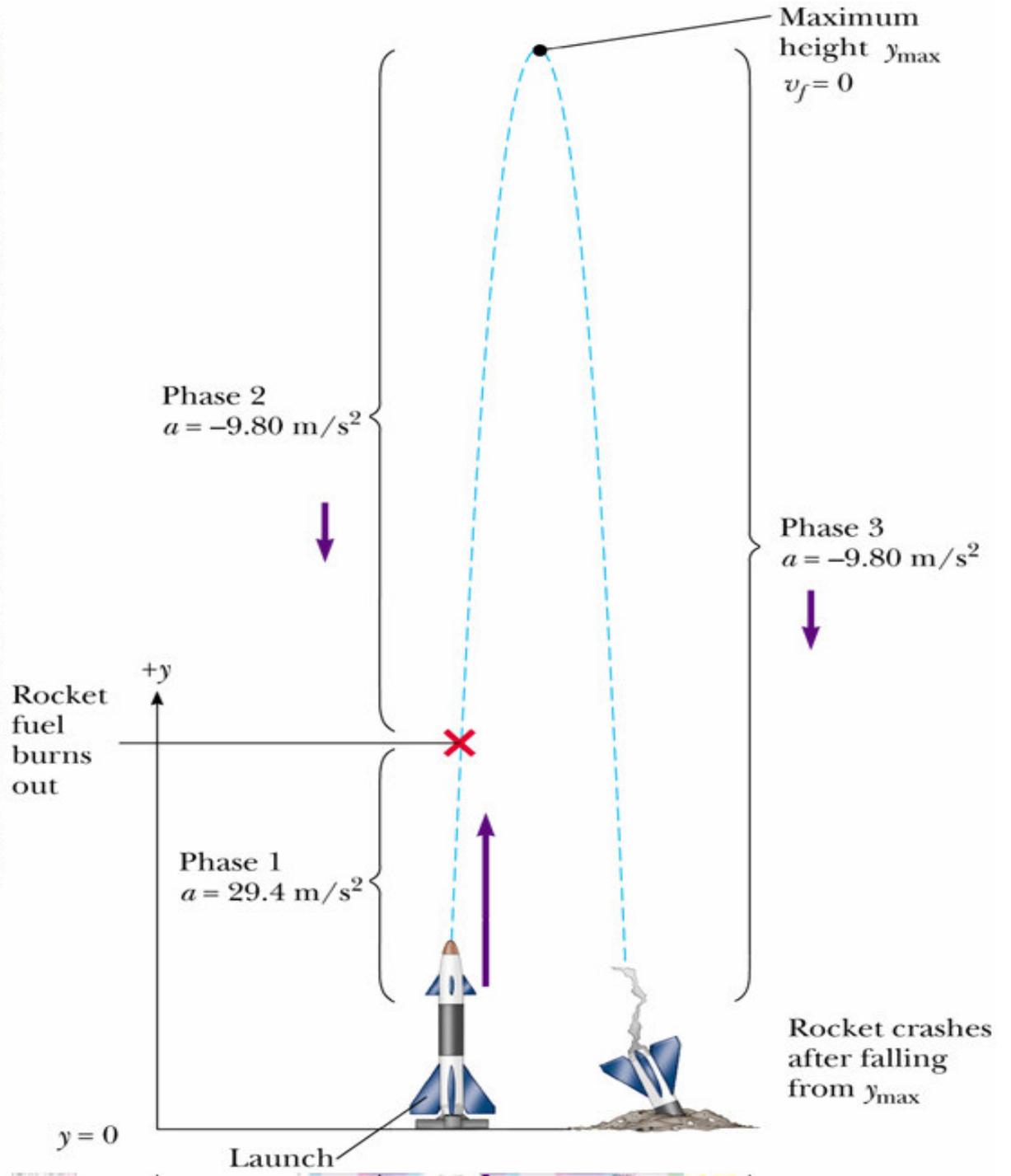
# Jatuh Bebas Tidak Simetri

- ▶ Geraknya perlu dibagi menjadi beberapa bagian
- ▶ Kemungkinannya meliputi:
  - Gerak ke atas dan ke bawah
  - Bagian simetri (kembali ke titik benda dilempar) dan kemudian bagian non-simetri



# Kombinasi Gerak

© 2002 Brooks Cole Publishing - a division of Thomson Learning



# Tes Konsep 3

Seseorang berdiri di tepi sebuah karang, kemudian melemparkan dua buah bola yang satu lurus ke atas dan yang satunya lagi lurus ke bawah dengan **kecepatan awal sama**. Abaikan hambatan udara, maka bola yang memiliki laju paling besar ketika menumbuk tanah adalah bola yang dilempar

- a. ke atas
- b. ke bawah
- c. Tidak ada - kedua bola menumbuk tanah dengan laju yang sama

Jawab : c

PR

Buku Tipler Jilid 1 hal 51  
No 56, 62 dan 66

