

# Fisika Dasar

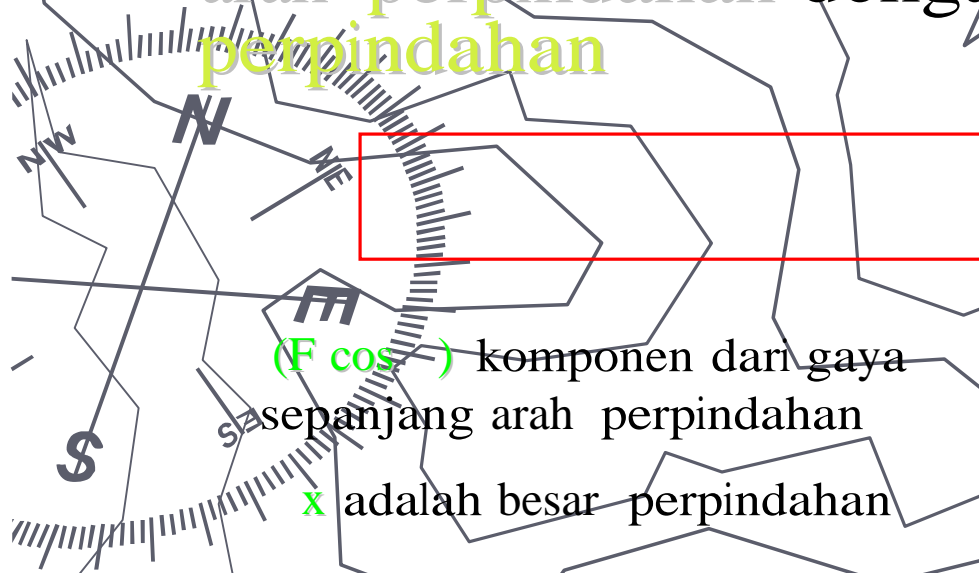
Topik hari ini

Usaha dan Energi

# Usaha

Menyatakan hubungan antara gaya dan energi  
Energi menyatakan kemampuan melakukan usaha

Usaha,  $W$ , yang dilakukan oleh gaya konstan pada sebuah benda didefinisikan sebagai perkalian antara komponen gaya sepanjang arah perpindahan dengan besarnya perpindahan



$C S r(j)$

# Usaha (lanjutan)

Tidak memberikan informasi tentang:

waktu yang diperlukan untuk terjadinya perpindahan

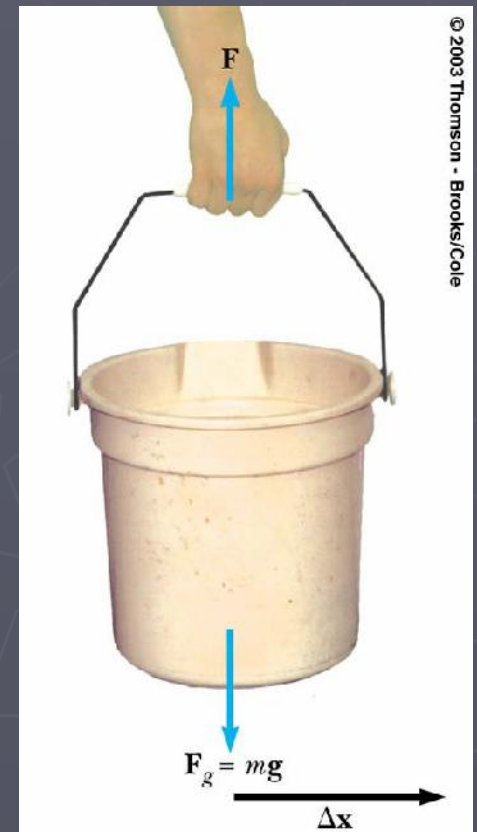
Kecepatan atau percepatan benda

**Catatan:** usaha adalah nol ketika:

Tidak ada **perpindahan**

Gaya dan perpindahan saling **tegak lurus**, sehingga  $\cos 90^\circ = 0$  (jika kita membawa ember secara horisontal, gaya gravitasi tidak melakukan kerja)

$$W = (F \cos \theta) x$$



# Usaha (lanjutan)

Besaran **Skalar**

Satuan Usaha	
SI	joule ( $J=N \text{ m}$ )
CGS	erg ( $\text{erg}=\text{dyne cm}$ )
USA & UK	foot-pound ( $\text{foot-pound}=\text{ft lb}$ )

Jika terdapat banyak gaya yang bekerja pada benda, usaha total yang dilakukan adalah penjumlahan aljabar dari sejumlah usaha yang dilakukan tiap gaya

# Usaha (lanjutan)

Usaha dapat bernilai **positif** atau **negatif**

**Positif** jika gaya dan perpindahan **berarah sama**

**Negatif** jika gaya dan perpindahan **berlawanan arah**

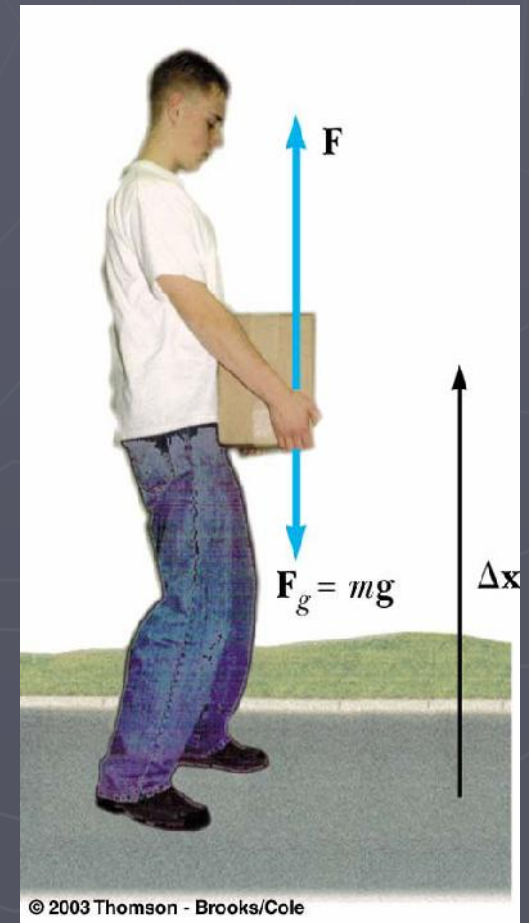
## Contoh 1

Usaha yang dilakukan oleh **orang**:  
ketika menaikkan kotak +  
ketika menurunkan kotak

## Contoh 2

Usaha yang dilakukan oleh **gaya gravitasi**:  
ketika menaikkan kotak  
ketika menurunkan kotak +  
ketika bergerak horisontal **nol**

**Aninasi 5.1**



# Usaha oleh Gaya yang Berubah dan Interpretasi Grafik dari Usaha

Bagi perpindahan **total** ( $x_f - x_i$ )  
menjadi **bagian kecil perpindahan**  $\Delta x$   
Untuk setiap bagian kecil perpindahan:



# Energi Kinetik

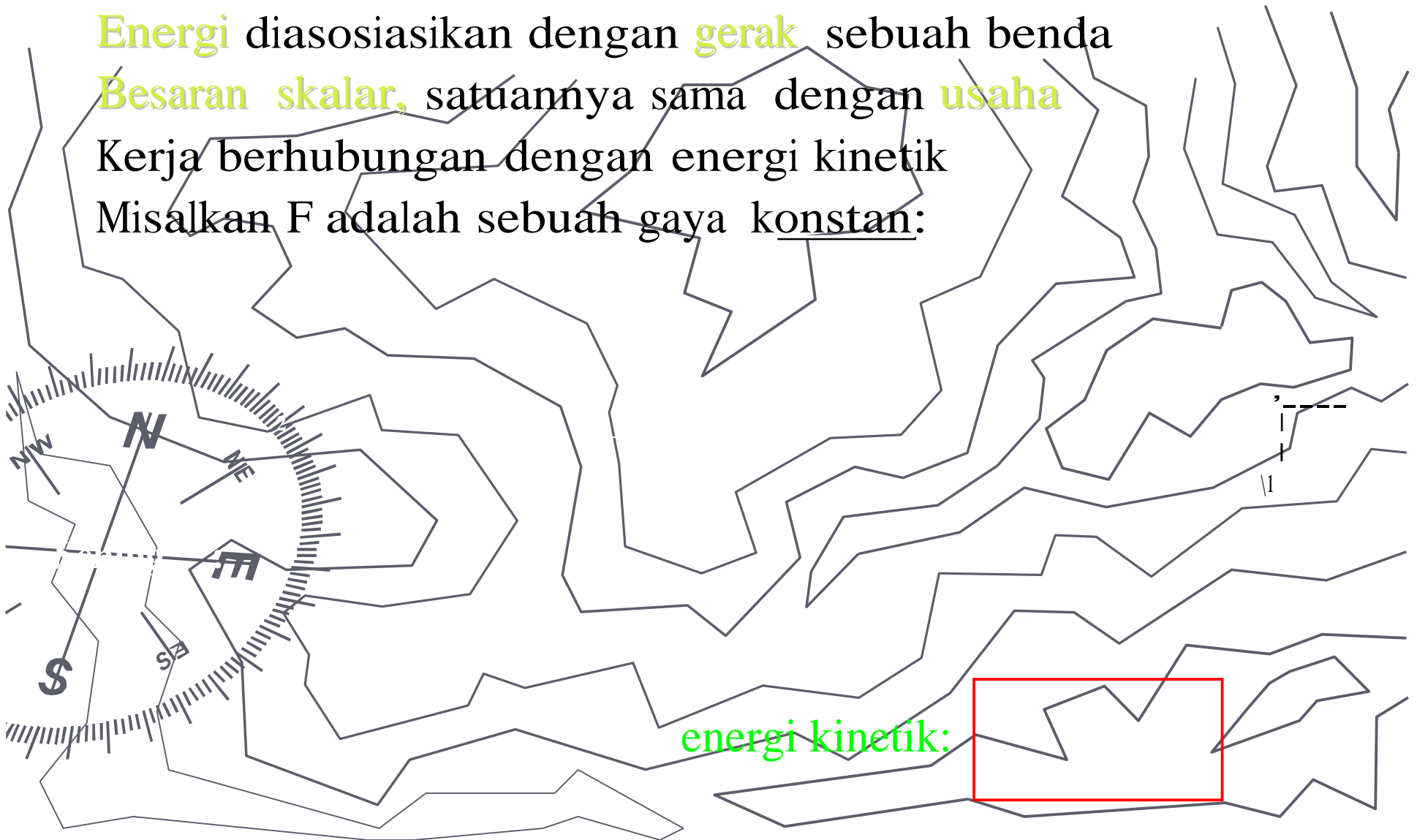
Energi diasosiasikan dengan gerak sebuah benda

Besaran skalar, satuannya sama dengan usaha

Kerja berhubungan dengan energi kinetik

Misalkan  $F$  adalah sebuah gaya konstan:

energi kinetik:





# Teorema Usaha-Energi Kinetik

Ketika usaha dilakukan oleh gaya neto pada sebuah benda dan benda hanya mengalami perubahan laju, usaha yang dilakukan sama dengan perubahan energi kinetik benda

$$W_{net} = KE_f - KE_i = \Delta KE$$

Laju akan bertambah jika kerja positif

Laju akan berkurang jika kerja negatif



# Usaha dan Energi Kinetik (lanjutan)

Palu yang bergerak mempunyai energi kinetik dan dapat melakukan usaha pada paku (**palu mengalami perubahan kecepatan**)



# Energi Potensial

**Energi Potensial** diasosiasikan dengan **posisi** sebuah benda dalam sebuah sistem

Energi potensial adalah sifat dari sistem, bukan benda

Sebuah sistem adalah kumpulan dari benda atau partikel yang saling berinteraksi melalui gaya

**Satuan** dari **Energi Potensial** adalah sama dengan Usaha dan **Energi kinetik**

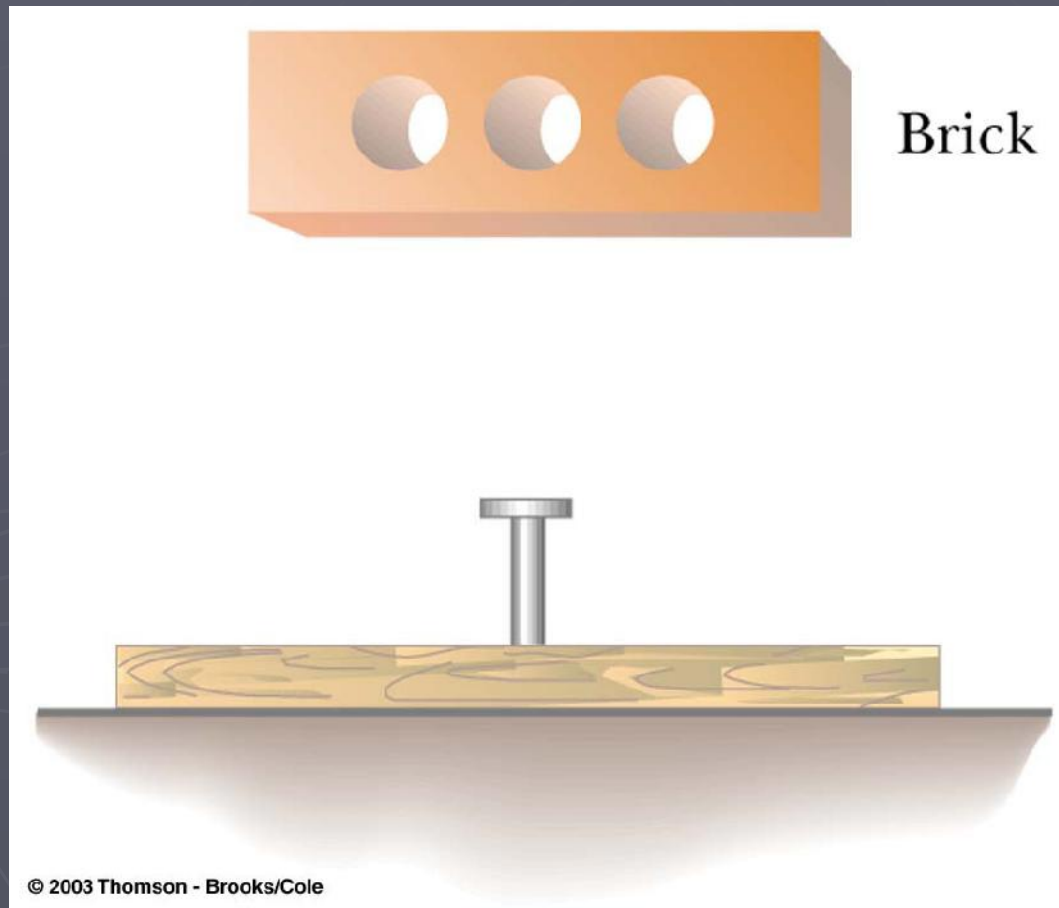
# Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial Gravitasi adalah energi yang berkaitan dengan posisi relatif sebuah benda dalam ruang di dekat permukaan bumi

Benda berinteraksi dengan bumi melalui gaya gravitasi

Sebenarnya energi potensial dari sistem bumi-benda

# Contoh Energi Potensial



# Usaha dan Energi Potensial Gravitasi

Tinjau sebuah buku bermassa  $m$  pada ketinggian awal  $y_i$

Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi:

$$W_{\text{grav}} = (F \cos \theta)s = (mg \cos \theta)s, \text{ dengan :}$$

$$s = y_i - y_f, \cos \theta = 1,$$

$$\text{sehingga : } W_{\text{gr}} = mg(y_i - y_f) = \underbrace{mgy_i} - \underbrace{mgy_f}.$$

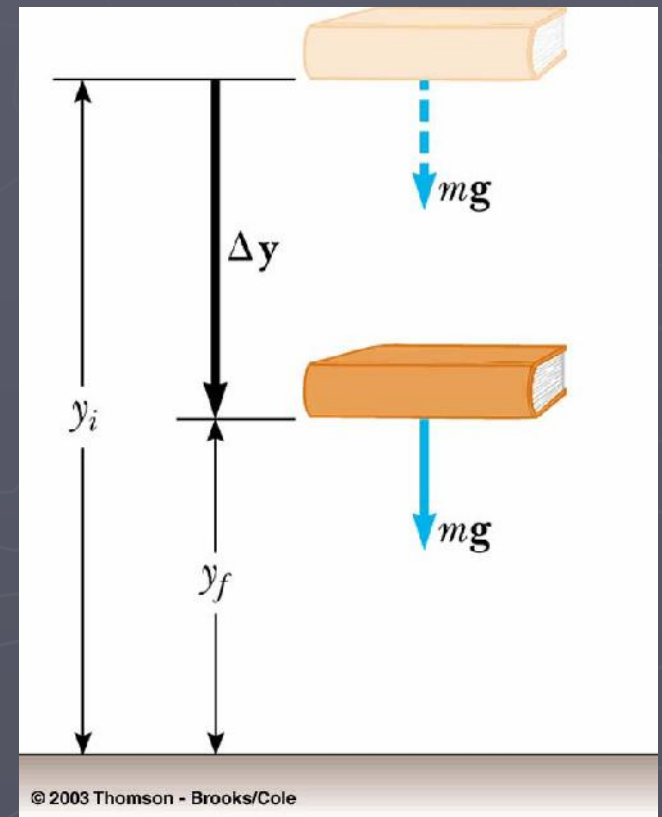
esaran ini disebut **energi potensial**:

$$EP = mgy$$

**Catatan:**

$$W_{\text{gravity}} = EP_i - EP_f$$

**Penting:** Usaha dihubungkan dengan Beda Energi Potensial



# Titik Acuan untuk Energi Potensial Gravitasi

Tempat dimana energi potensial gravitasi bernilai nol harus dipilih untuk setiap problem

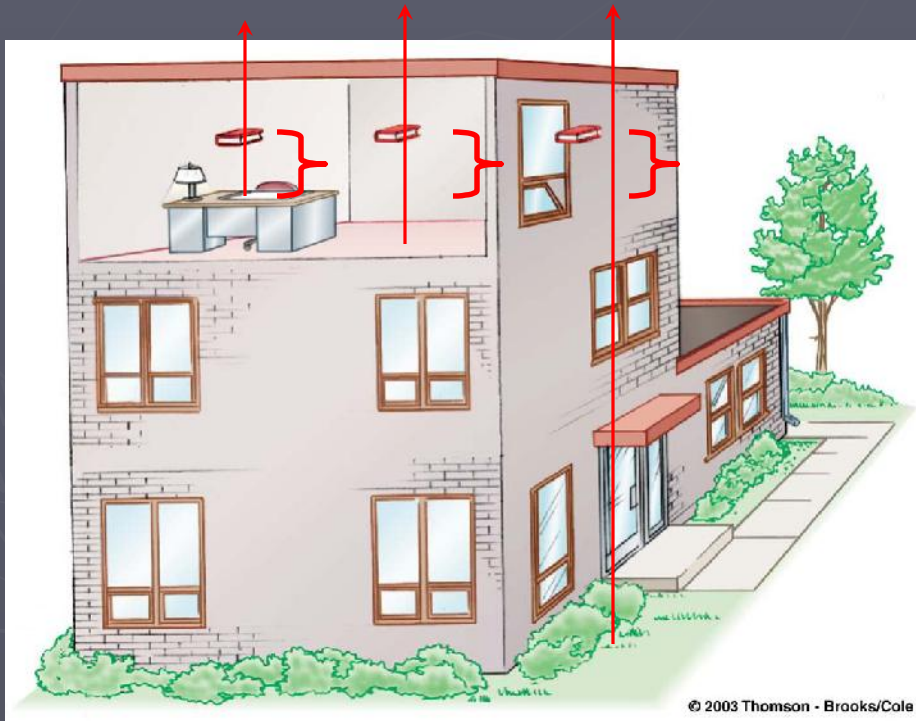
Pemilihannya bebas karena **perubahan energi potensial** yang merupakan kuantitas penting

Pilih tempat yang tepat untuk titik acuan nol

Biasanya permukaan bumi

Dapat tempat lain yang disarankan oleh problem

# Titik Acuan untuk Energi Potensial Gravitasi (lanjutan)



Pemilihan titik acuan sembarang karena usaha yang dilakukan hanya bergantung pada **perubahan energi potensial**

$$W_{grav1} = mgy_{i_1} - mgy_{f_1},$$

$$W_{grav2} = mgy_{i_2} - mgy_{f_2},$$

$$W_{grav3} = mgy_{i_3} - mgy_{f_3}.$$

$$W_{grav1} = W_{grav2} = W_{grav3}.$$



# Gaya Konservatif

Sebuah gaya dinamakan konservatif jika usaha yang dilakukannya pada benda yang bergerak diantara dua titik tidak bergantung pada lintasan yang dilalui benda

Usaha hanya bergantung pada posisi akhir dan awal dari benda

Gaya konservatif dapat mempunyai fungsi energi potensial yang berkaitan

at n: Sebuah gaya dikatakan konservatif jika usaha yang dilakukan pada benda yang bergerak melalui lintasan tertutup adalah nol.

# Gaya Konservatif (lanjutan)

Contoh gaya konservatif:

Gaya Gravitasi

Gaya Pegas

Gaya Elektromagnetik

**Karena kerjanya tidak bergantung lintasan:**

${}_c EP_i - EP_f$  : hanya bergantung pada titik akhir dan awal

# Gaya Non-Konservatif

Sebuah gaya dikatakan **nonkonservatif** jika kerja yang dilakukannya pada sebuah benda bergantung pada lintasan yang dilalui oleh benda antara titik akhir dan titik awal

Contoh gaya non-konservatif

Gaya gesek

# Contoh: Gaya Gesekan sebagai Gaya Non-konservatif

Gaya gesek mentransformasikan energi kinetik benda menjadi energi yang berkaitan dengan temperatur

Benda menjadi lebih panas dibandingkan sebelum bergerak

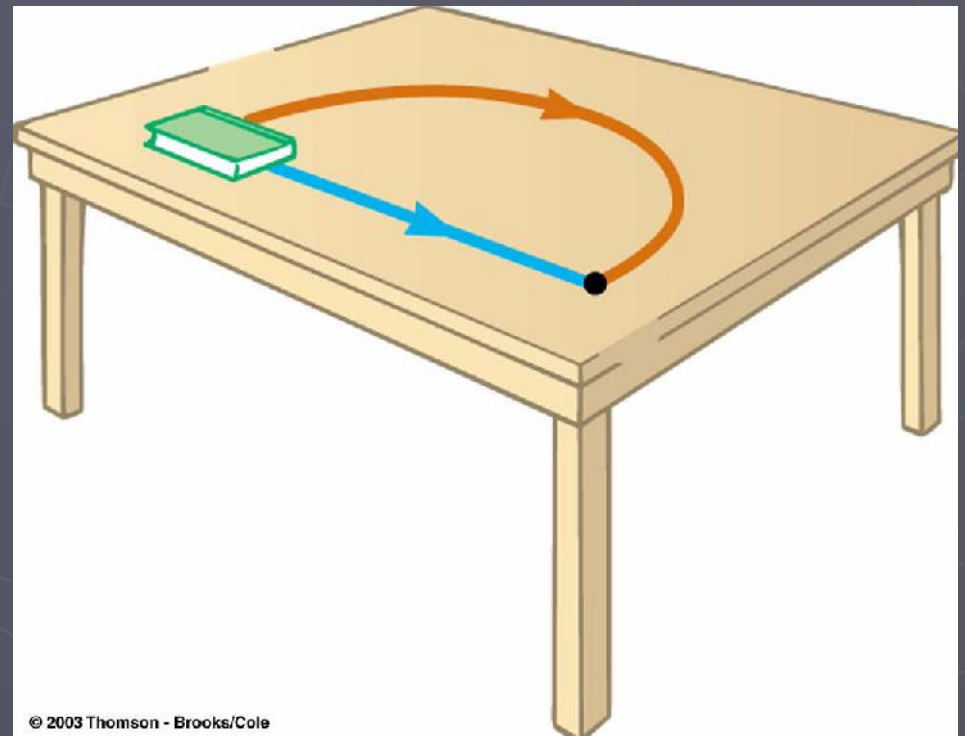
Energi Internal adalah bentuk energi yang digunakan yang berkaitan dengan temperatur benda

# Gaya Gesek Bergantung Lintasan

Lintasan **biru lebih pendek** dari lintasan **merah**

Kerja yang dibutuhkan lebih kecil pada lintasan biru daripada lintasan merah

Gesekan **bergantung** pada lintasan dan merupakan **gaya non-konservatif**



# Kekekalan Energi Mekanik

## Kekekalan secara umum

Untuk mengatakan besaran fisika kekal adalah dengan mengatakan nilai numerik besaran tersebut konstan

Dalam kekekalan energi, energi mekanik total tidak berubah (konstan)

Dalam sebuah sistem yang terisolasi yang terdiri dari benda-benda yang saling berinteraksi melalui gaya konservatif, energi mekanik total sistem tidak berubah

# Kekekalan Energi

Energi **mekanik** total adalah jumlah dari energi **kinetik** dan energi **potensial** sistem

$$E_i = E_f$$

$$EK_i + EP_i = EK_f + EP_f$$

Energi bentuk lain dapat ditambahkan guna memodifikasi persamaan di atas

Animasi 5.2



# Gaya Pegas

Melibatkan konstanta pegas,  $k$

Hukum Hooke memberikan gaya:

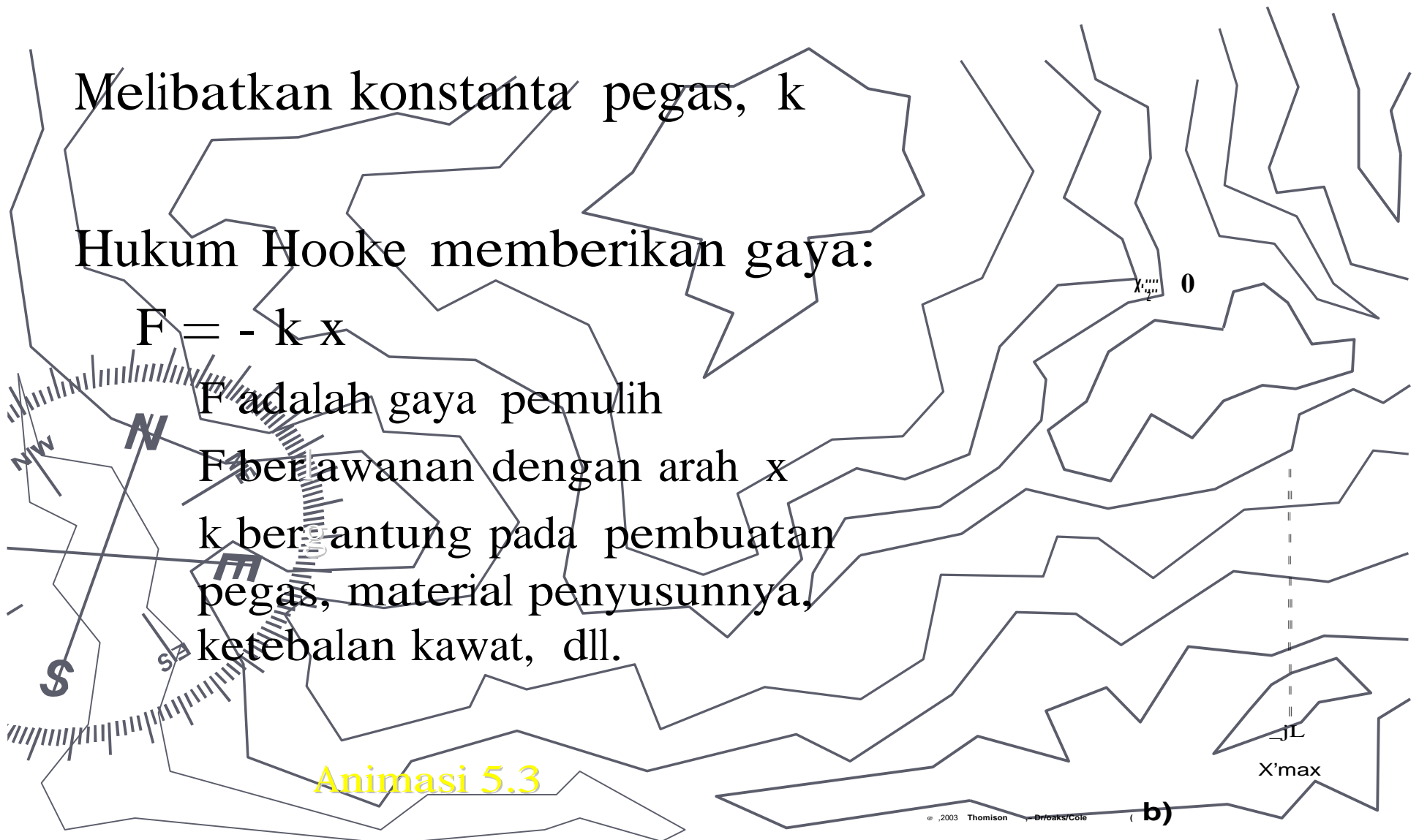
$$F = -kx$$

$F$  adalah gaya pemulih

$F$  berlawanan dengan arah  $x$

$k$  bergantung pada pembuatan pegas, material penyusunnya, ketebalan kawat, dll.

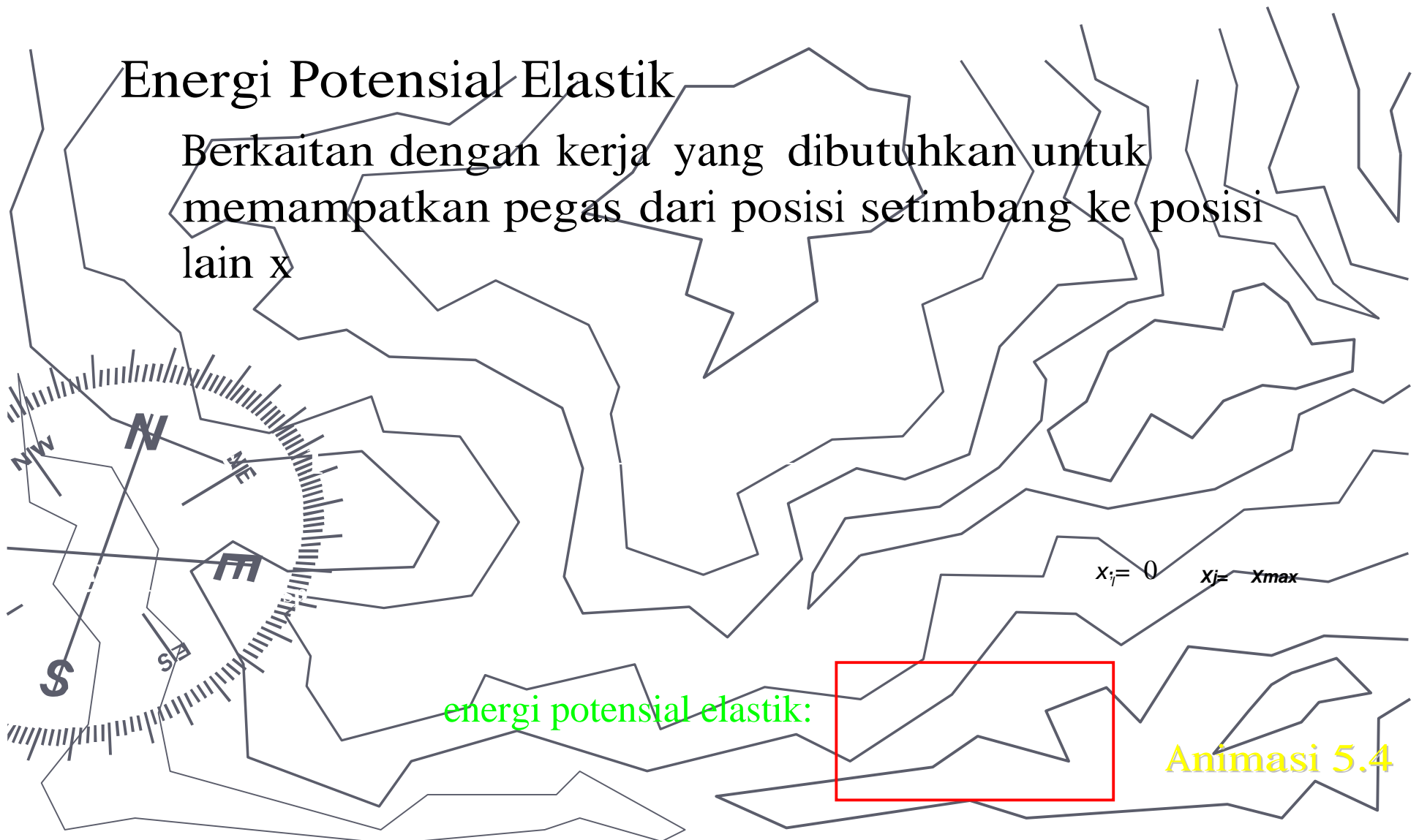
Animasi 5.3



# Energi Potensial dalam Pegas

## Energi Potensial Elastik

Berkaitan dengan kerja yang dibutuhkan untuk memampatkan pegas dari posisi setimbang ke posisi lain  $x$



$x_i = 0$   $x_f = x_{max}$

energi potensial elastik:

Animasi 5.4

# Kekekalan Energi Mencakup Pegas

Energi potensial pegas ditambahkan di kedua ruas persamaan kekekalan energi

$$(EK + EP_g + EP_p)_i = (EK + EP_g + EP_p)_f$$

Animasi 5.5

# Gaya Non-konservatif dengan Tinjauan Energi

Ketika gaya non-konservatif hadir, energi mekanik sistem **tidak konstan**

Usaha total yang dilakukan oleh semua gaya konservatif dan non-konservatif pada sistem sama dengan **perubahan energi kinetik sistem**

$$W_{total} = W_k + W_{nk} = EK$$

Usaha yang dilakukan oleh semua gaya non-konservatif pada bagian dari sistem sama dengan **perubahan energi mekanik sistem**

$$W_{nk} = Energi$$

# Catatan Tentang Kekekalan Energi

Kita tidak dapat menciptakan atau memusnahkan energi

Dengan kata lain energi adalah kekal

Jika energi total sebuah sistem tidak konstan, energi pasti telah berubah ke bentuk lain dengan mekanisme tertentu

# Daya

**Daya** didefinisikan sebagai **laju transfer (aliran) energi**

$$P = \frac{W}{t} = Fv$$

Satuan SI adalah **Watt** (W) :  $W = \frac{J}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

USA & UK : hp (horsepower) :

$$1 \text{ hp} = 550 \frac{\text{ft lb}}{\text{s}} = 746 \text{ W}$$

kilowatt hours (kWh) digunakan dalam tagihan listrik

1 kWh = ..... Joule