

Fisika Umum (MA-301)

Topik hari ini:

- Getaran dan Gelombang
- Bunyi



Getaran dan Gelombang



Hukum Hooke

► $F_s = - k x$

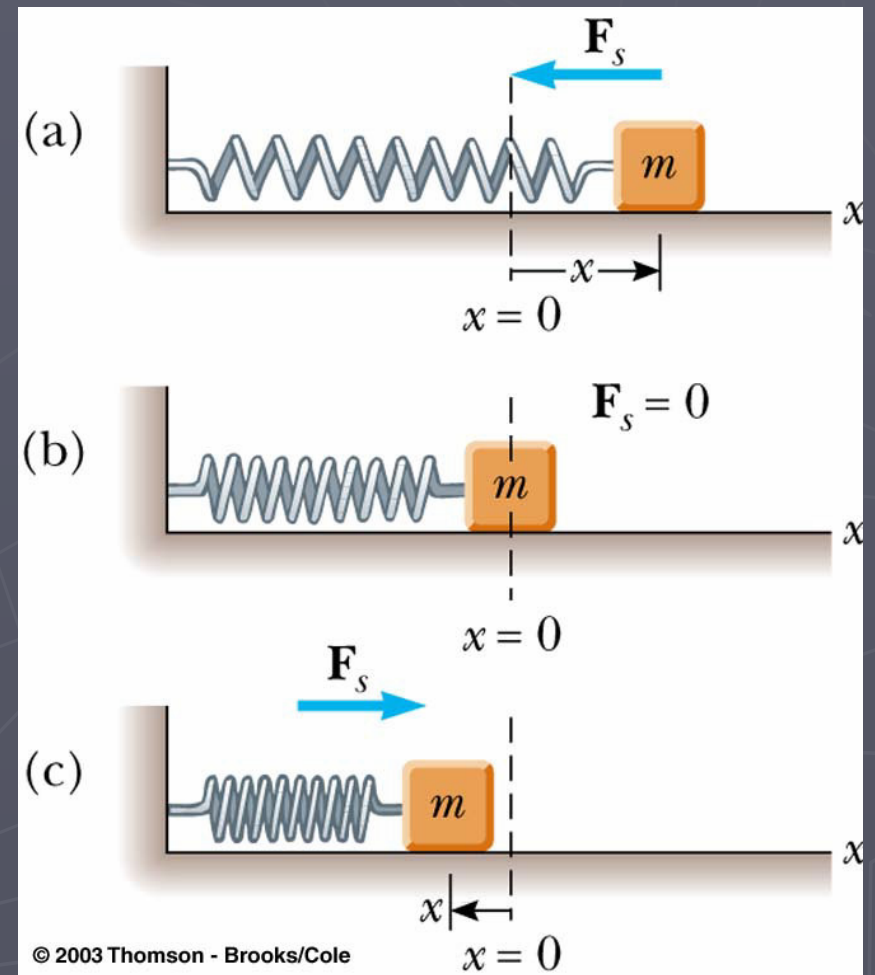
- F_s adalah gaya pegas
- k adalah konstanta pegas
 - Konstanta pegas adalah ukuran kekakuan dari pegas
 - k yang besar menunjukkan pegas kaku dan k yang kecil menunjukkan pegas lunak
- x adalah perpindahan benda dari posisi kesetimbangannya
- Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya pegas selalu **berlawanan arah** dengan perpindahan

Gaya pada Hukum Hooke

- ▶ Gaya selalu bekerja ke arah posisi kesetimbangan
 - Dinamakan juga **gaya pemulih**
- ▶ Arah dari gaya pemulih sedemikian rupa sehingga benda **terdorong** atau **tertarik** ke arah posisi kesetimbangan

Aplikasi Hukum Hooke pada Sistem Pegas-Massa

- ▶ Ketika x positif (ke kanan), F adalah negatif (ke kiri)
- ▶ Ketika $x = 0$ (kesetimbangan), F adalah 0
- ▶ Ketika x negatif (ke kiri), F adalah positif (ke kanan)



Gerak dari Sistem Pegas-Massa

- ▶ Asumsikan benda awalnya ditarik pada posisi $x = A$ dan lepaskan dari keadaan diam
- ▶ Ketika benda bergerak ke arah posisi kesetimbangan, F dan a menurun, tetapi v meningkat
- ▶ Pada $x = 0$, F dan a nol, tapi v maksimum
- ▶ Momentum benda mengakibatkan benda melewati posisi kesetimbangan
- ▶ Gaya dan percepatan mulai meningkat ketika benda menjauhi posisi kesetimbangan dan kecepatan menurun
- ▶ Gerak akan terus menerus dan tidak berhenti

Gerak Harmonik Sederhana

- ▶ Gerak yang terjadi ketika gaya neto sepanjang arah gerak adalah tipe gaya hukum Hooke
 - Gayanya berbanding lurus dengan perpindahan dan berlawanan arah
- ▶ Gerak dari sistem pegas-massa adalah contoh dari **gerak harmonik sederhana**

Amplitudo

► Amplitudo, A

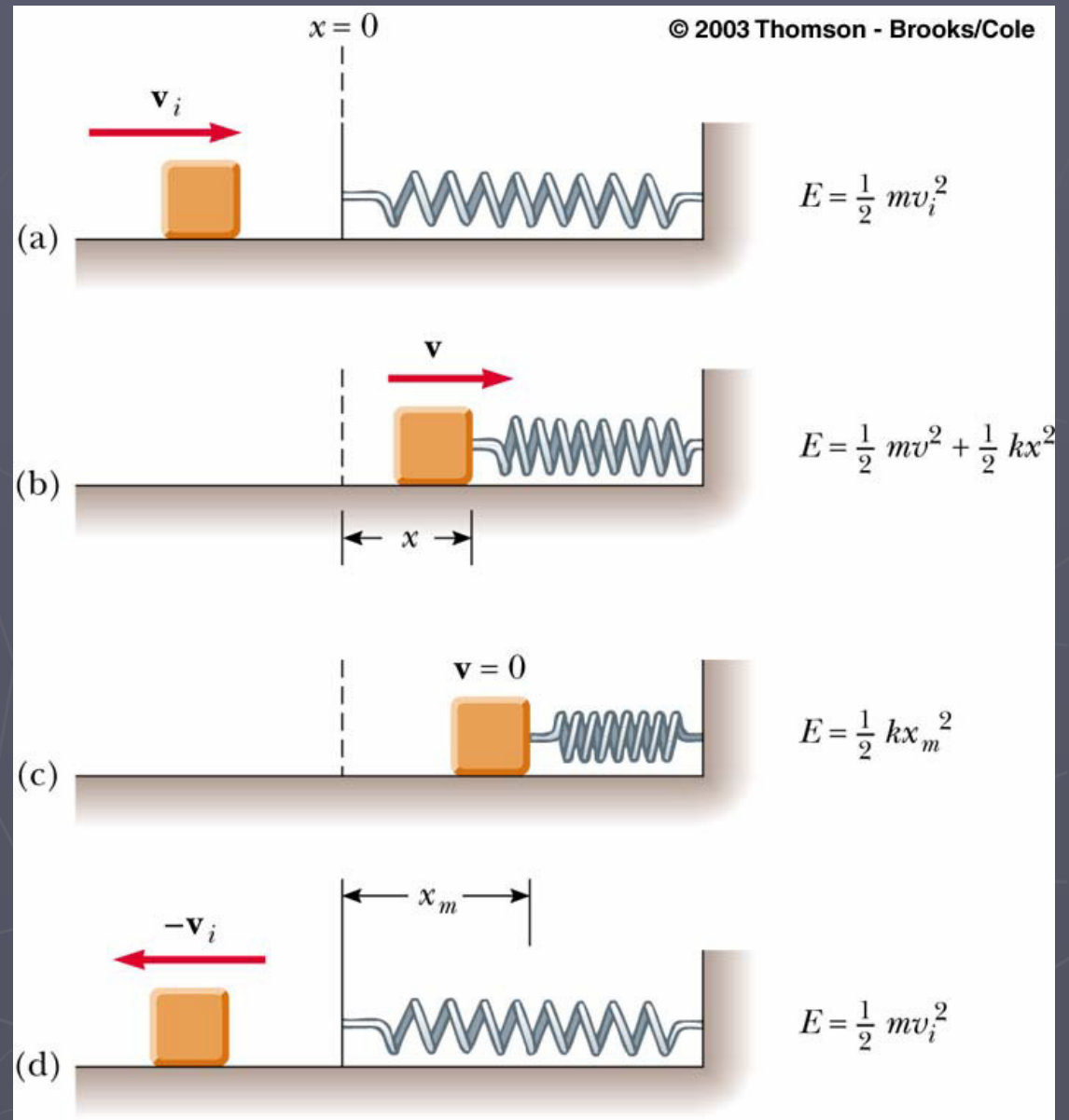
- Amplitudo adalah posisi maksimum benda relatif terhadap posisi kesetimbangan
- Ketika tidak ada gaya gesekan, sebuah benda yang bergerak harmonik sederhana akan berosilasi antara $\pm A$ pada tiap sisi dari posisi kesetimbangan

Perioda dan Frekuensi

- ▶ Prioda, T , adalah waktu yang diperlukan untuk sebuah benda bergerak lengkap satu siklus
 - Dari $x = A$ ke $x = -A$ dan kembali ke $x = A$
- ▶ Frekuensi, f , jumlah lengkap siklus atau getaran per satuan waktu

Energi dalam Sistem Pegas-Massa

- ▶ Benda meluncur tanpa gesekan dan menumbuk pegas
- ▶ Benda menekan pegas
- ▶ Benda didorong kembali oleh pegas



Kecepatan sebagai Fungsi dari Posisi

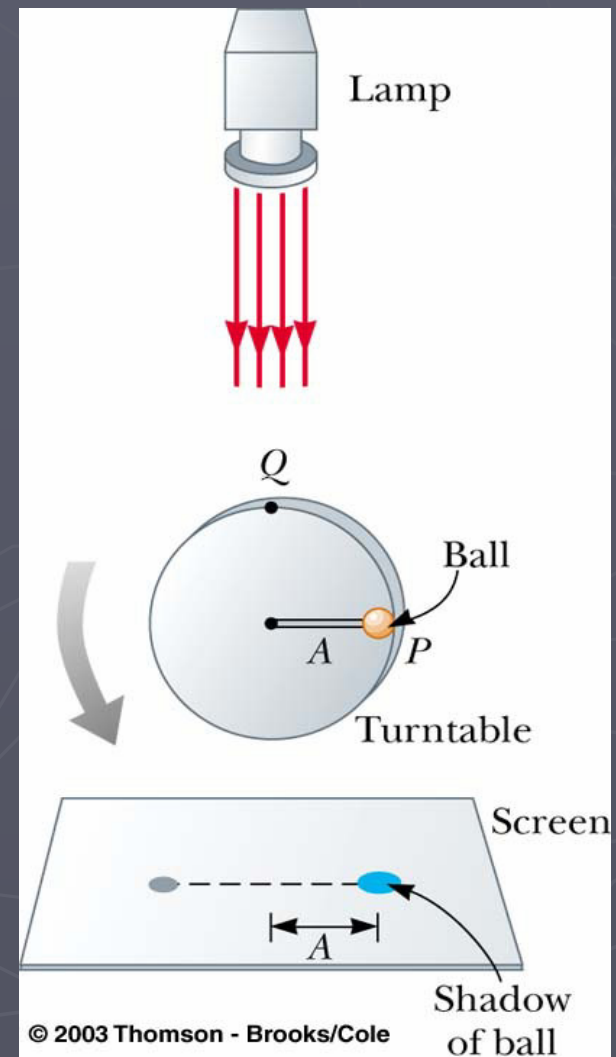
- Kekekalan energi memungkinkan menghitung **kecepatan benda** pada tiap posisi dalam gerakanya

$$v = \pm \sqrt{\frac{k}{m} (A^2 - x^2)}$$

- Laju adalah maksimum pada $x = 0$
- Laju adalah nol pada $x = \pm A$
- Tanda $\pm$ menyatakan bahwa benda dapat bergerak dalam salah satu arah

Gerak Harmonik Sederhana dan Gerak Melingkar Beraturan

- ▶ Sebuah bola dikaitkan pada sabuk yang dapat berputar dengan jari-jari A
- ▶ Perhatikan bayangan bola yang muncul pada layar
- ▶ Ketika bola berputar dengan kecepatan sudut tetap, bayangannya bergerak dalam gerak harmonik sederhana



Perioda dan Frekuensi Gerak Melingkar

► Perioda

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

► Frekuensi

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

- Satuan Hertz, Hz

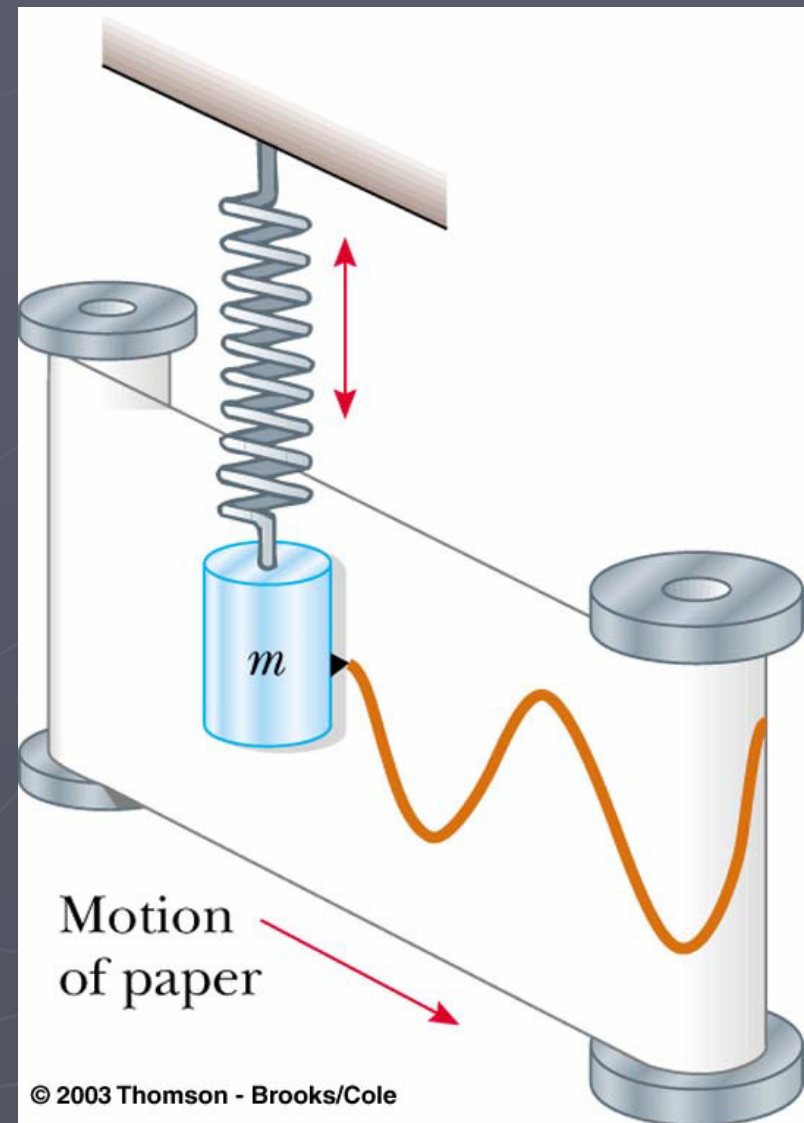
Frekuensi Sudut

- Frekuensi sudut berkaitan dengan frekuensi

$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

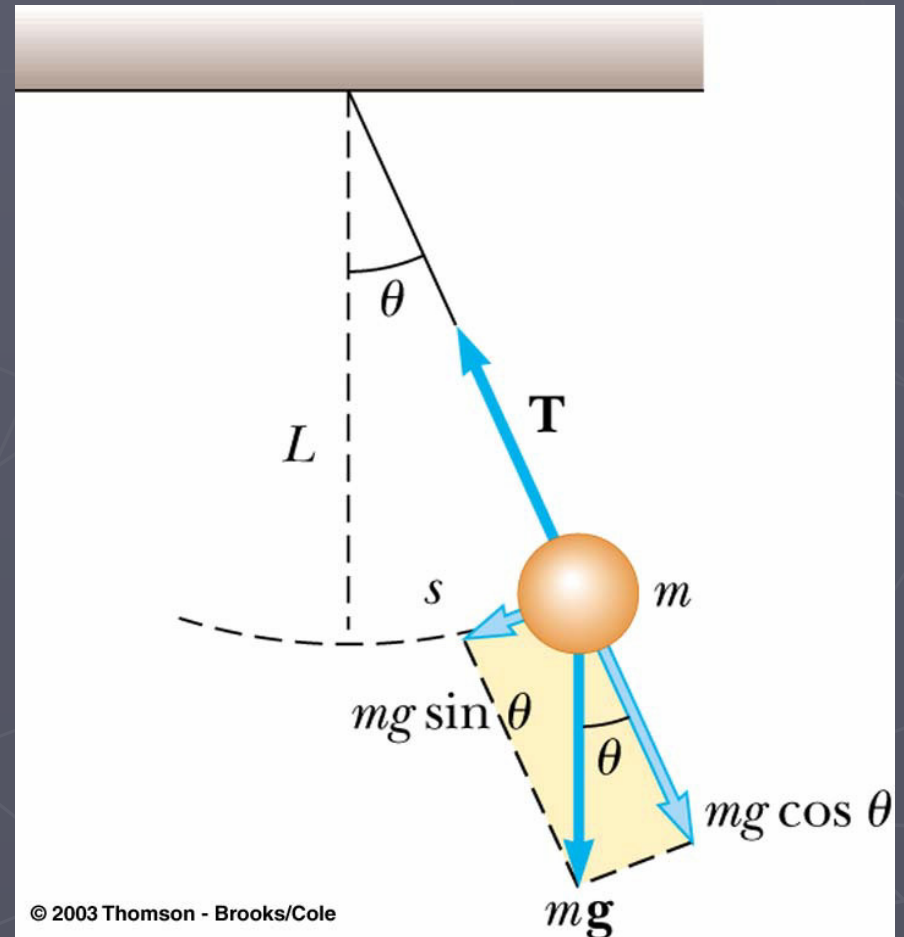
Pembuktian Sifat Sinusoidal

- ▶ Eksperimen ini menunjukkan sifat sinusoidal dari gerak harmonik sederhana
- ▶ Sistem pegas-massa berosilasi dalam gerak harmonik sederhana
- ▶ Berkas tinta (pada kertas bergerak) dari pena yang dikaitkan pada massa menunjukkan gerak sinusoidal



Bandul Sederhana

- ▶ Bandul sederhana adalah contoh lain dari gerak harmonik sederhana
- ▶ Gayanya adalah komponen dari gaya berat yang menyinggung lintasan gerak
 - $F = -m g \sin \theta$



Bandul Sederhana (lanjutan)

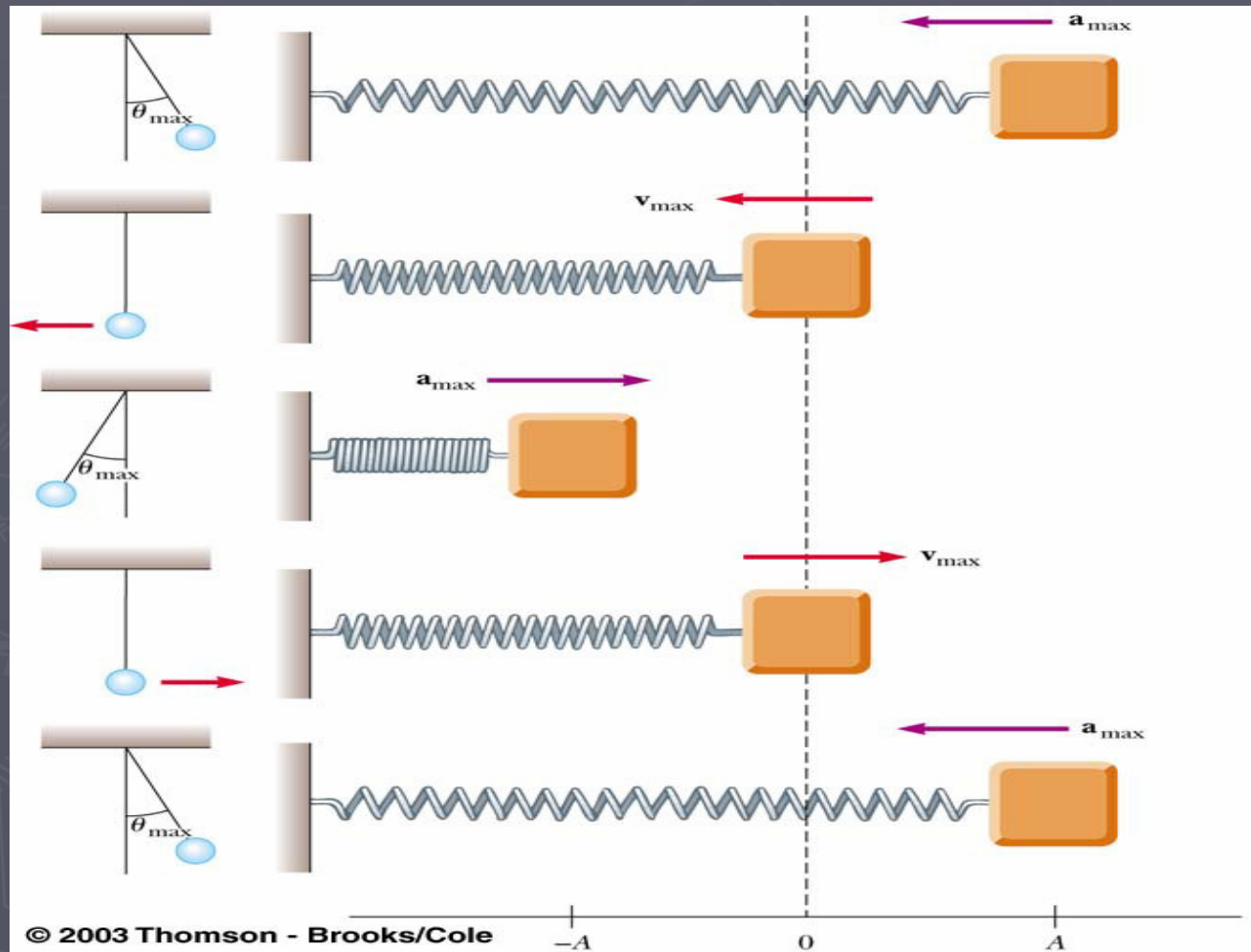
- ▶ Secara umum, gerak dari sebuah bandul bukanlah harmonik sederhana
- ▶ Tetapi, untuk sudut yang kecil, gerakanya menjadi harmonik sederhana
 - Secara umum, sudut $< 15^\circ$ cukup kecil
 - $\sin \theta = \theta$
 - $F = - m g \theta$
 - ▶ Gaya ini memenuhi hukum Hooke

Perioda dari Bandul Sederhana

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

- ▶ Ini menunjukkan bahwa perioda **tidak bergantung** pada amplitudo
- ▶ Perioda bergantung pada **panjang bandul** dan **percepatan gravitasi** di tempat bandul tersebut

Bandul Sederhana Dibandingkan dengan Sistem Pegas-Massa

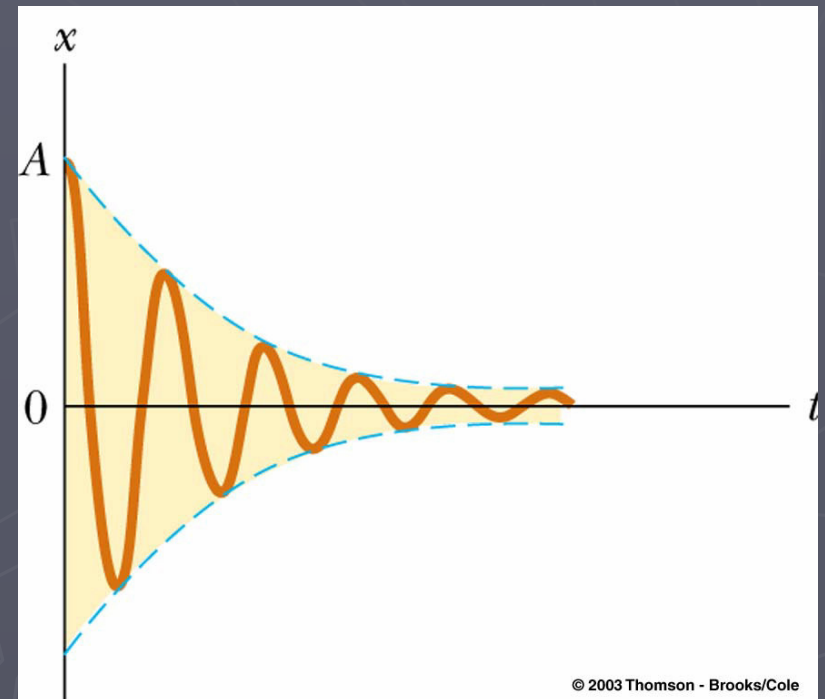


Osilasi Teredam

- ▶ Hanya sistem **ideal** yang dapat berosilasi tanpa henti
- ▶ Dalam sistem riil, **gesekan** selalu menyertai gerak
- ▶ Gesekan mereduksi energi total sistem dan osilasinya dinamakan **teredam**

Osilasi Teredam (lanjutan)

- ▶ Gerak teredam bervariasi bergantung pada medium (fluida) yang digunakan
 - Dengan fluida yang viskositasnya rendah, gerak osilasi tetap terjaga, tetapi amplitudonya menurun seiring dengan waktu dan gerak akhirnya berhenti
 - ▶ Ini di kenal dengan osilasi *underdamped*



Jenis Tereadam yang Lain

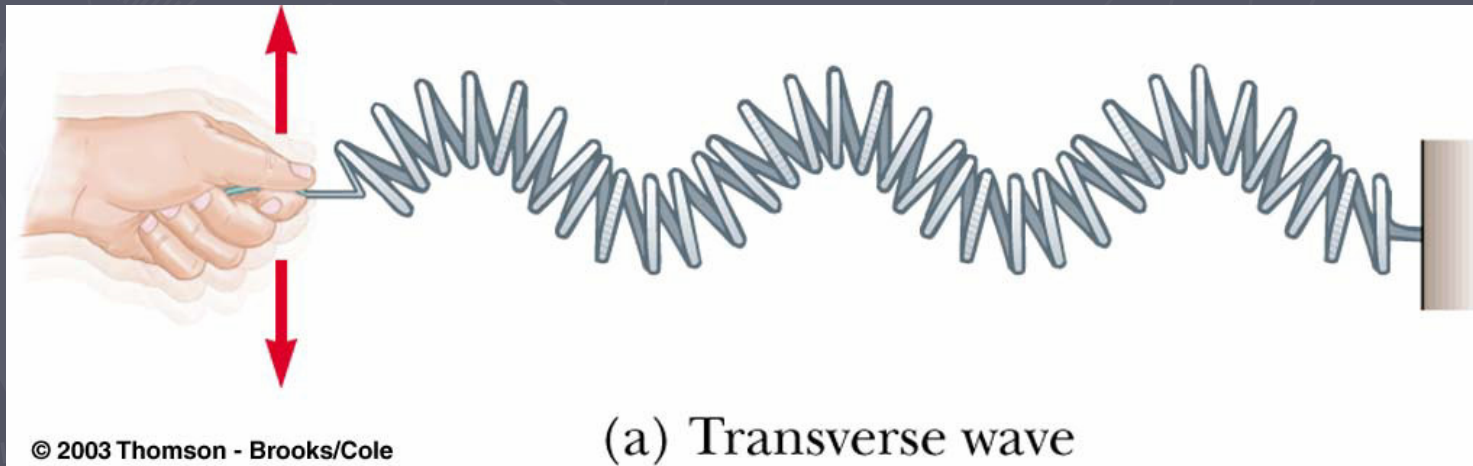
- ▶ Dengan viskositas tinggi, benda kembali ke titik kesetimbangan setelah dilepaskan dan tidak berosilasi
 - Disebut *critical damped*
- ▶ Dengan viskositas yang lebih besar lagi, setelah dilepaskan benda tidak mencapai titik kesetimbangan dan waktunya lebih lama
 - Dinamakan *over damped*

Gerak Gelombang

- ▶ Gelombang merupakan gangguan yang bergerak (kuliah ini)
- ▶ Gelombang mekanik membutuhkan
 - Sumber gangguan
 - Medium yang dapat diganggu
 - Mekanisme pengaruh dari bagian suatu medium ke bagian medium yang lain yang berdekatan
- ▶ Semua gelombang membawa energi dan momentum

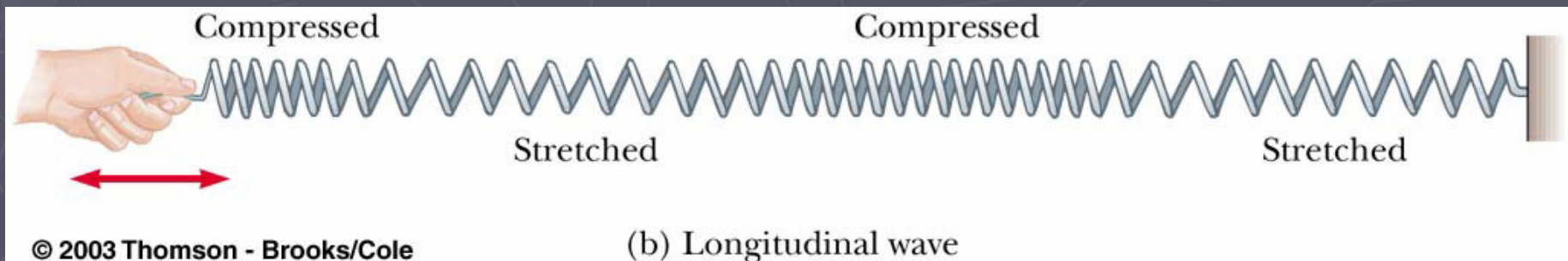
Jenis-jenis Gelombang -- Transversal

- Dalam gelombang transversal, setiap bagian yang diganggu bergerak tegak lurus dengan arah gerak gelombang



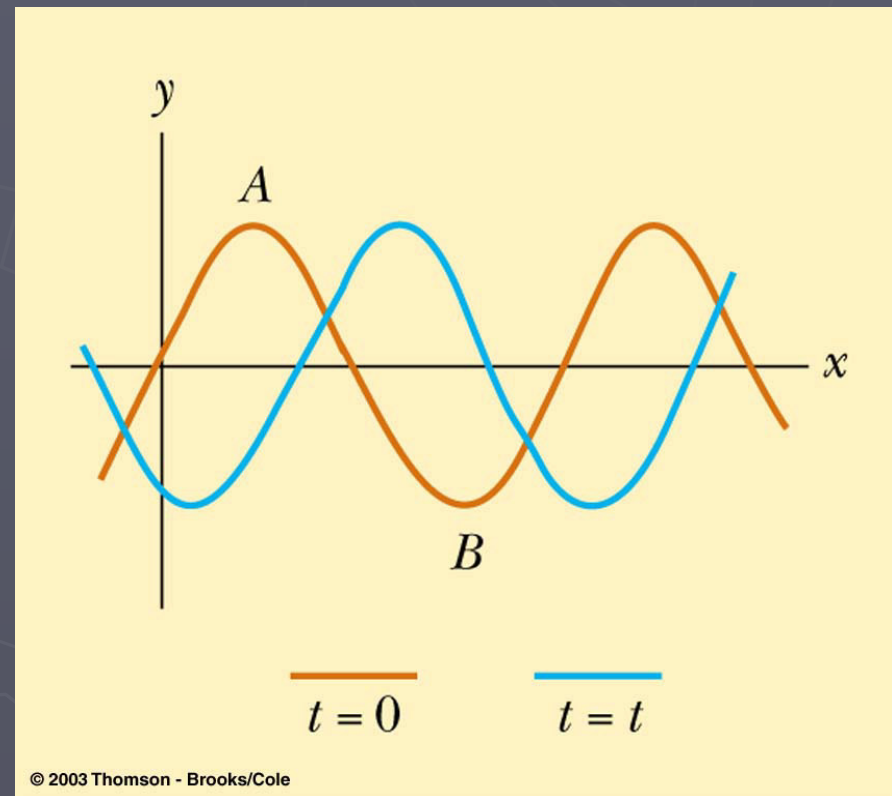
Jenis-jenis Gelombang -- Longitudinal

- ▶ Dalam gelombang longitudinal, setiap bagian medium yang diganggu mengalami perpindahan yang sejajar dengan gerak gelombang
- ▶ Gelombang longitudinal juga disebut gelombang mampat



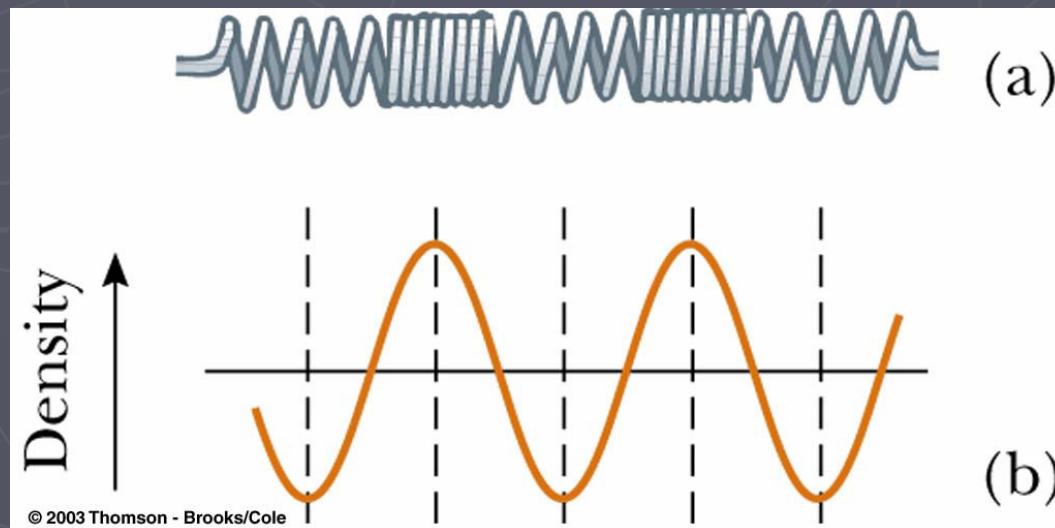
Bentuk Gelombang

- ▶ Kurva **merah** adalah bentuk gelombang pada saat tertentu
- ▶ Kurva **biru** adalah bentuk gelombang berikutnya
- ▶ A adalah **puncak** gelombang
- ▶ B adalah **lembah** gelombang



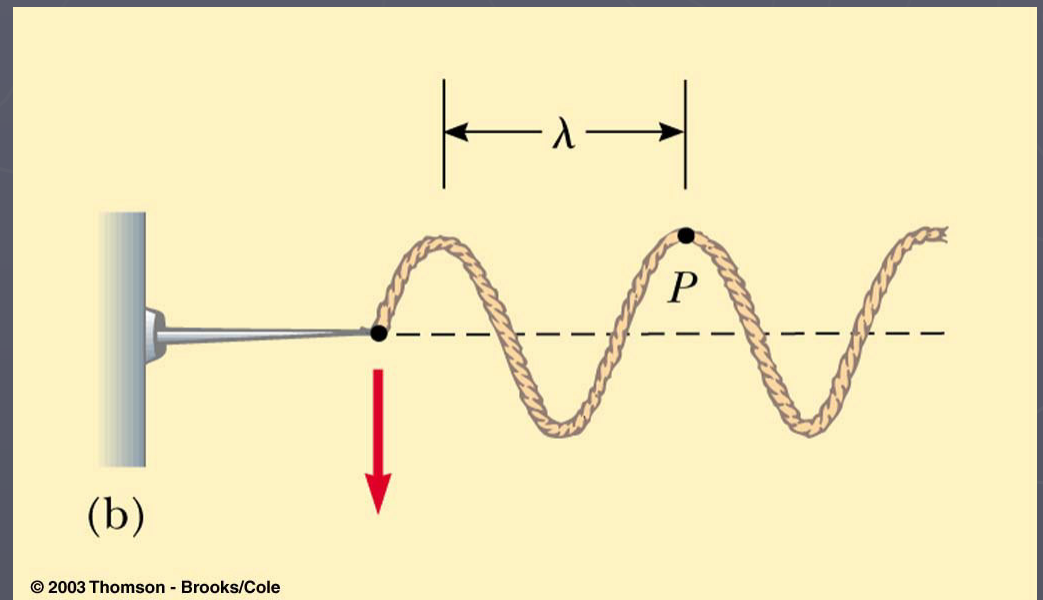
Gelombang Longitudinal Digambarkan sebagai Kurva Sinusoidal

- ▶ Sebuah gelombang longitudinal dapat juga digambarkan sebagai kurva sinusoidal
- ▶ Mampatan sesuai dengan puncak dan regangan sesuai dengan lembah



Deskripsi Gelombang

- ▶ Amplitudo adalah perpindahan maksimum dari tali disekitar titik kesetimbangan
- ▶ Panjang gelombang, λ , adalah jarak antara dua titik berturutan yang identik



Laju gelombang

► $v = f \lambda$

- Diperoleh dari persamaan laju dasar jarak/waktu

► Ini adalah persamaan umum yang bisa digunakan untuk berbagai jenis gelombang

Laju Gelombang pada Tali

- Laju pada gelombang teregang akibat tegangan, F , adalah

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ dimana } \mu = \frac{m}{L}$$

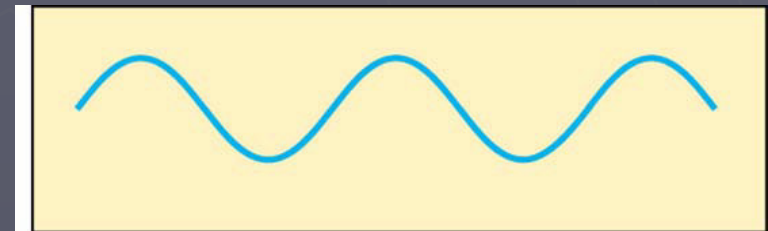
- Laju hanya bergantung pada sifat dari medium yang dilewati gangguan

Interferensi Gelombang

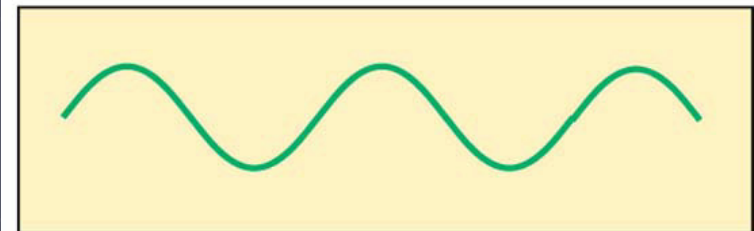
- ▶ Dua gelombang yang berjalan dapat bertemu dan saling melewati satu sama lain tanpa menjadi rusak atau berubah
- ▶ Gelombang memenuhi **Prinsip Superposisi**
 - Jika dua gelombang atau lebih yang merambat bergerak melewati medium, gelombang yang dihasilkan adalah penjumlahan masing-masing perpindahan dari tiap gelombang pada setiap titik
 - Sebenarnya hanya berlaku untuk gelombang dengan amplitudo yang kecil

Interferensi Konstruktif

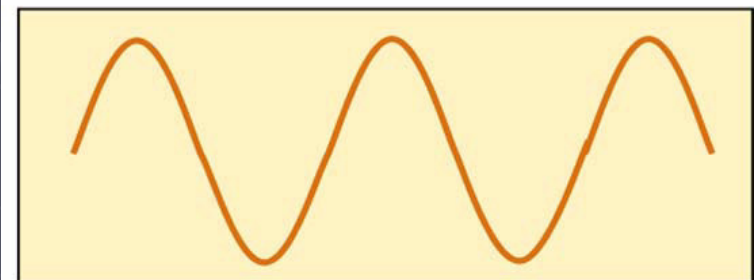
- ▶ Dua gelombang, a dan b, mempunyai frekuensi dan amplitudo yang sama
 - Berada dalam **satu fase**
- ▶ Gabungan gelombang, c, memiliki frekuensi dan amplitudo yang lebih besar



(a)



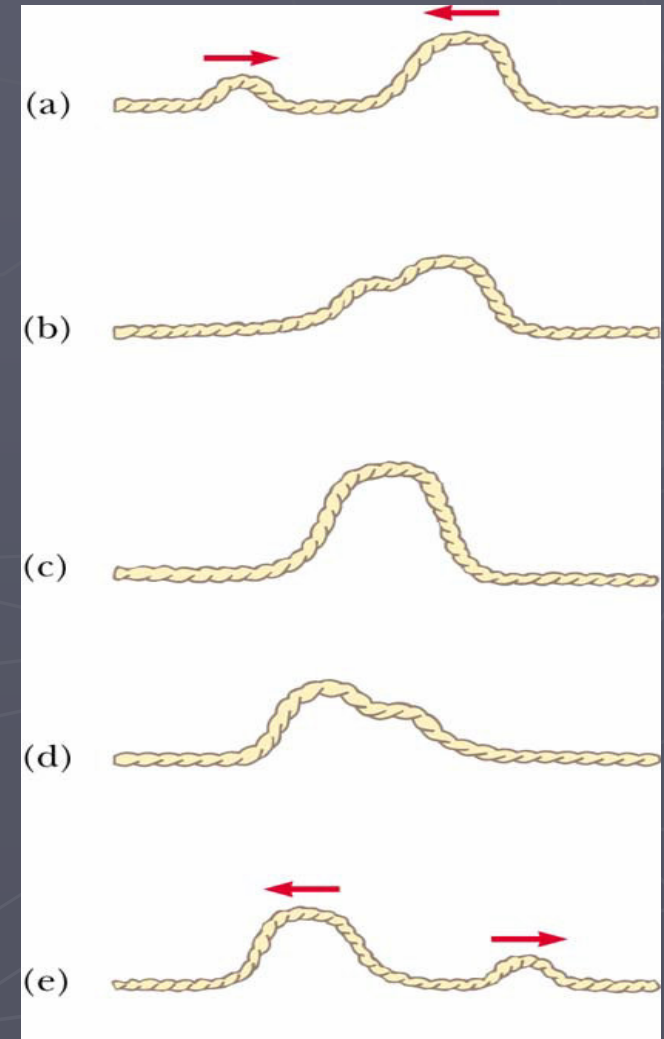
(b)



(c)

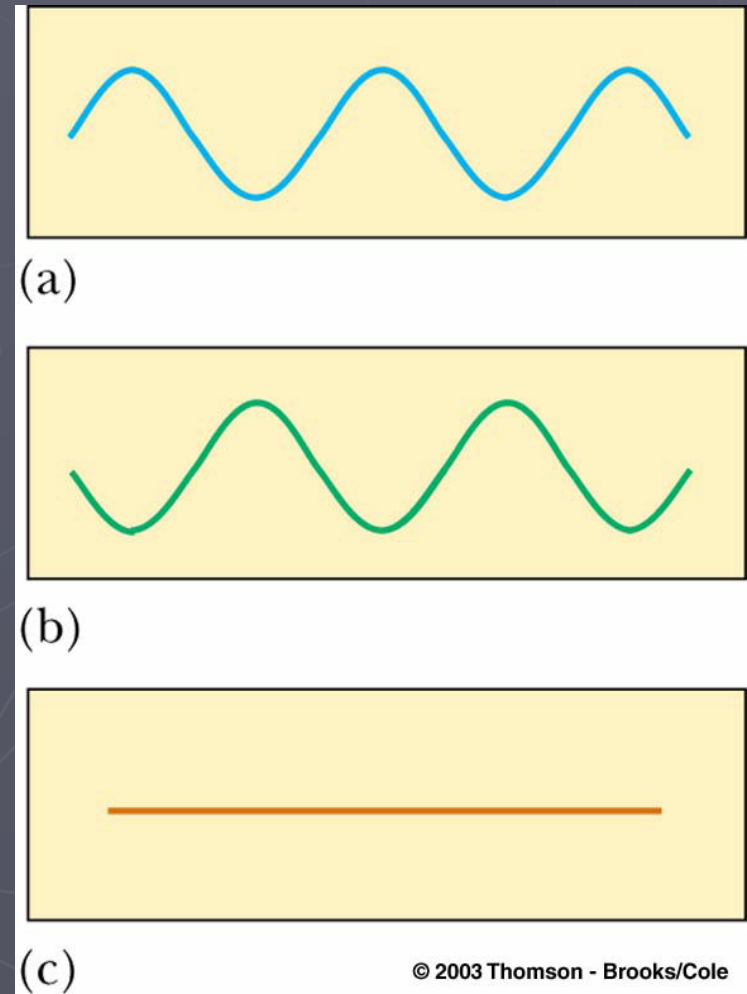
Interferensi Konstruktif pada Tali

- ▶ Dua pulsa gelombang menjalar dalam arah yang berlawanan
- ▶ Perpindahan neto ketika dua pulsa saling overlap adalah penjumlahan dari perpindahan setiap pulsa
- ▶ Catatan: pulsa tidak berubah setelah interferensi



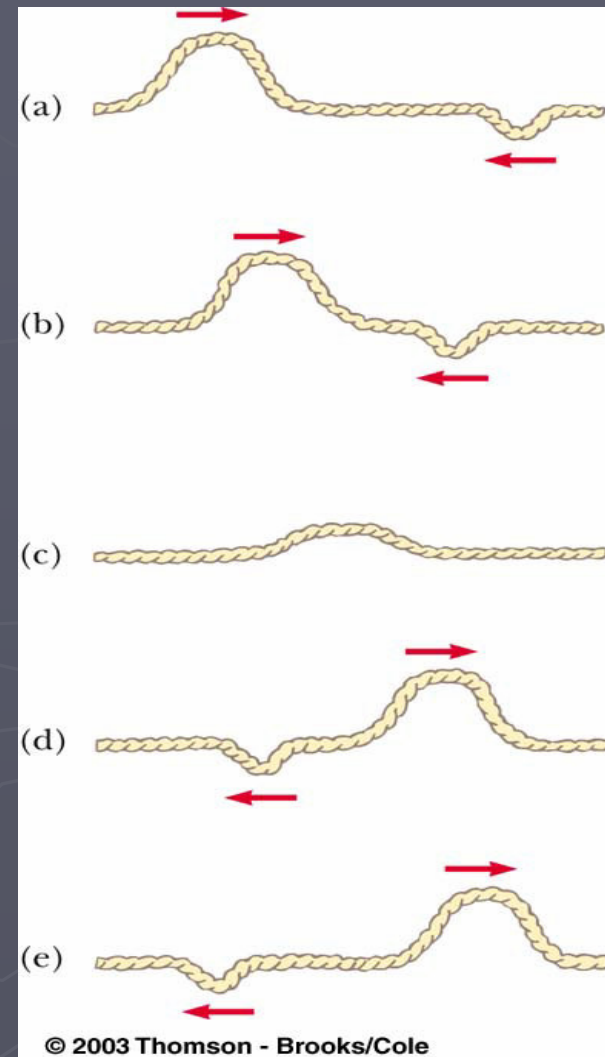
Interferensi Destruktif

- ▶ Dua gelombang, a and b, mempunyai frekuensi dan amplitudo yang sama
- ▶ Perbedaan fasenya 180°
- ▶ Ketika bergabung, bentuk gelombangnya hilang



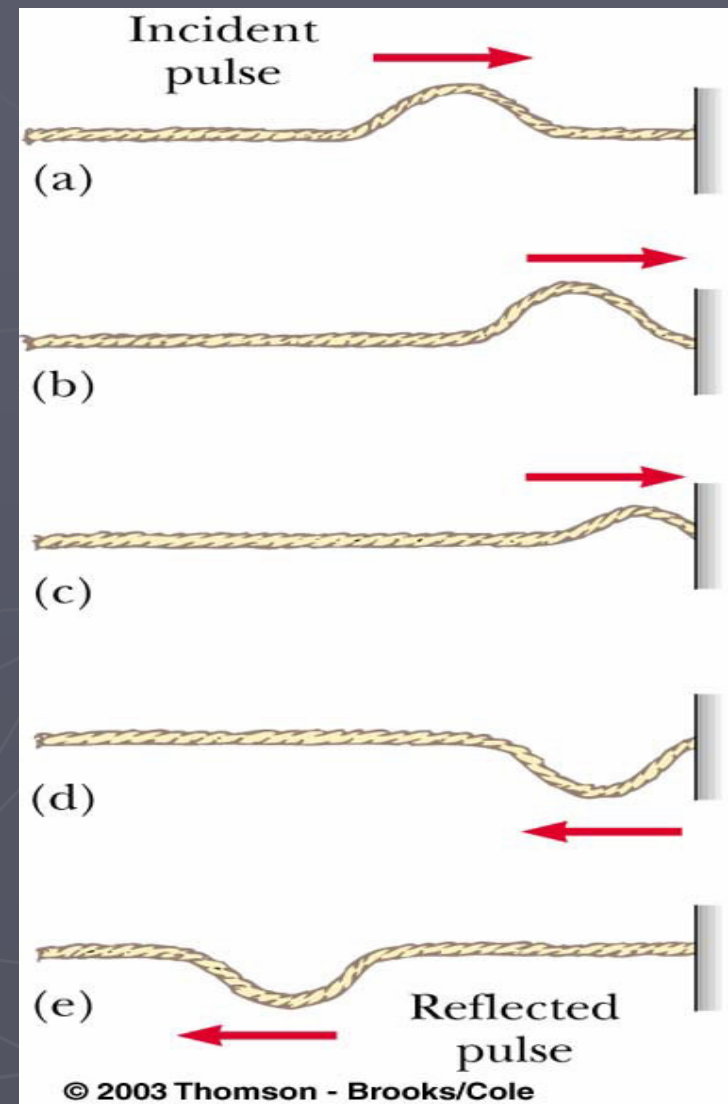
Interferensi Destruktif pada Tali

- ▶ Dua pulsa gelombang menjalar dalam arah yang berlawanan
- ▶ Perpindahan neto ketika dua pulsa saling overlap adalah pengurangan dari perpindahan setiap pulsa
- ▶ Catatan: pulsa tidak berubah setelah interferensi



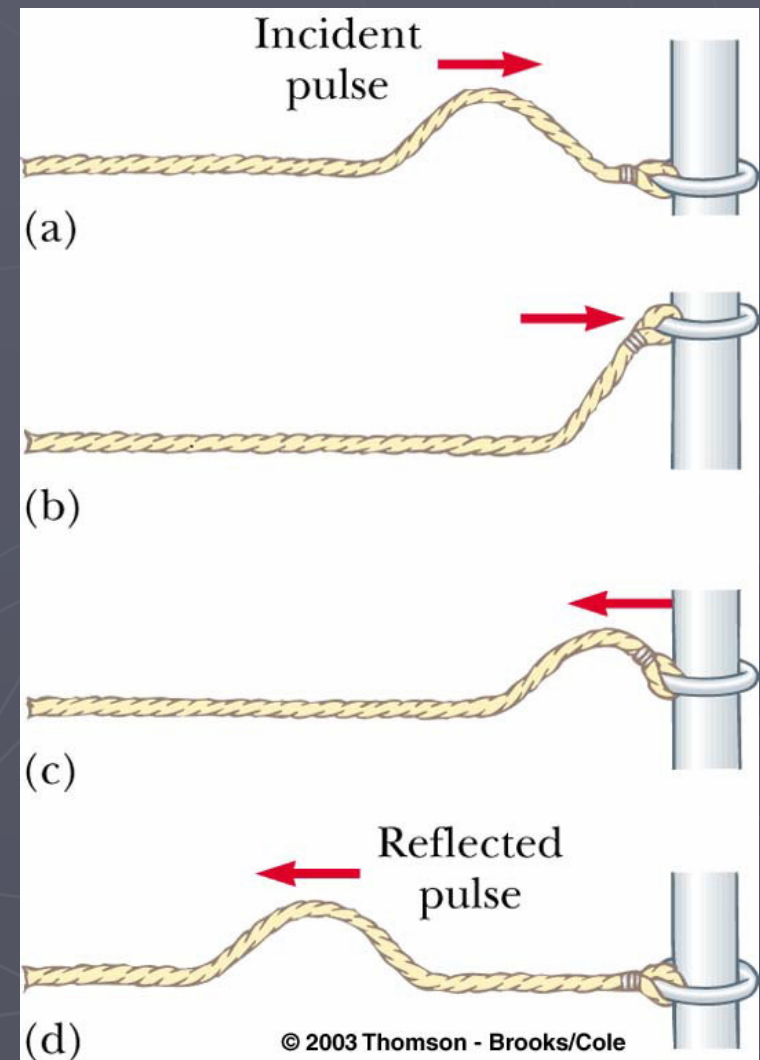
Pantulan Gelombang – Ujung Terikat

- ▶ Ketika gelombang berjalan mencapai ujung, beberapa atau semua gelombang dipantulkan
- ▶ Ketika gelombang dipantulkan dari ujung terikat, pulsa gelombang akan dibalikkan



Refleksi Gelombang – Ujung Bebas

- ▶ Ketika gelombang berjalan mencapai ujung, beberapa atau semua gelombang dipantulkan
- ▶ Ketika gelombang dipantulkan dari ujung bebas, pulsa gelombang tidak dibalikkan



Gelombang Berdiri

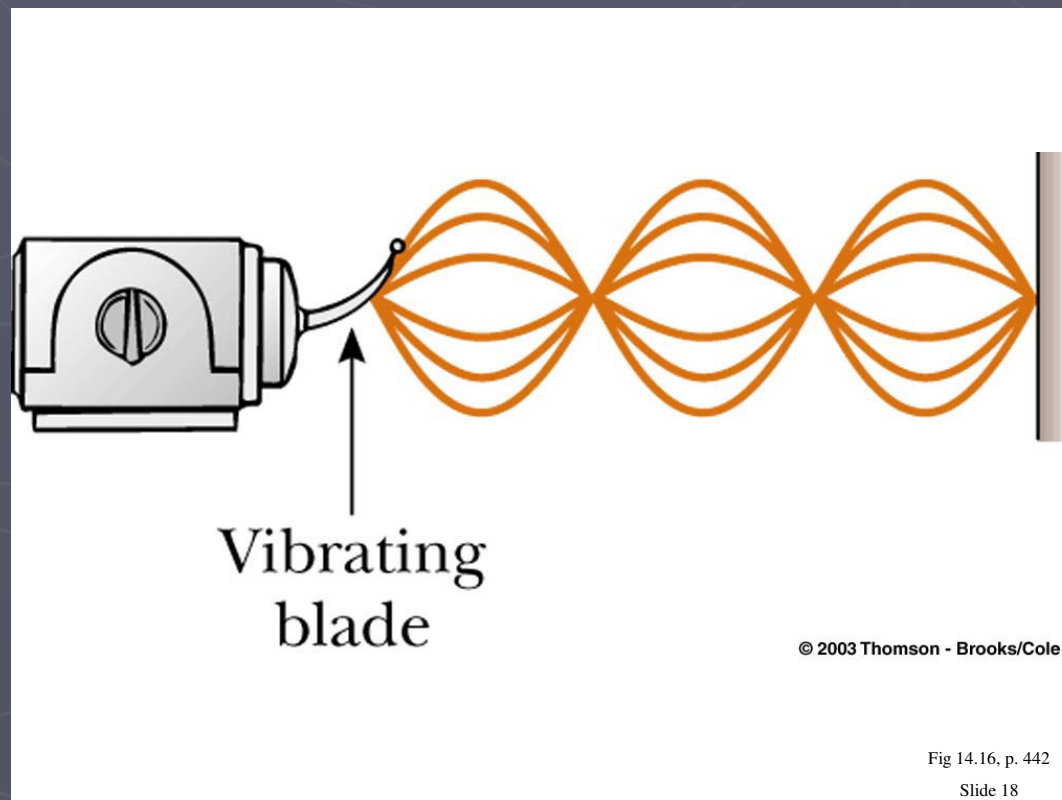
- ▶ Ketika gelombang berjalan dipantulkan kembali, hal ini akan menciptakan gelombang berjalan dalam dua arah
- ▶ Gelombang dan pantulannya **berinterferensi** sesuai dengan prinsip superposisi
- ▶ Dengan frekuensi yang tepat, gelombang akan terlihat seperti berdiri
 - Gelombang ini disebut *gelombang berdiri*

Gelombang Berdiri (lanjutan)

- ▶ *Simpul* terjadi ketika dua buah gelombang berjalan memiliki besar perpindahan yang sama, tetapi perpindahannya dalam arah yang berlawanan
 - Perpindahan neto adalah nol pada setiap titik
 - Jarak antara dua simpul adalah $\frac{1}{2}\lambda$
- ▶ *Perut* terjadi ketika gelombang berdiri bergetar dengan amplitudo maksimum

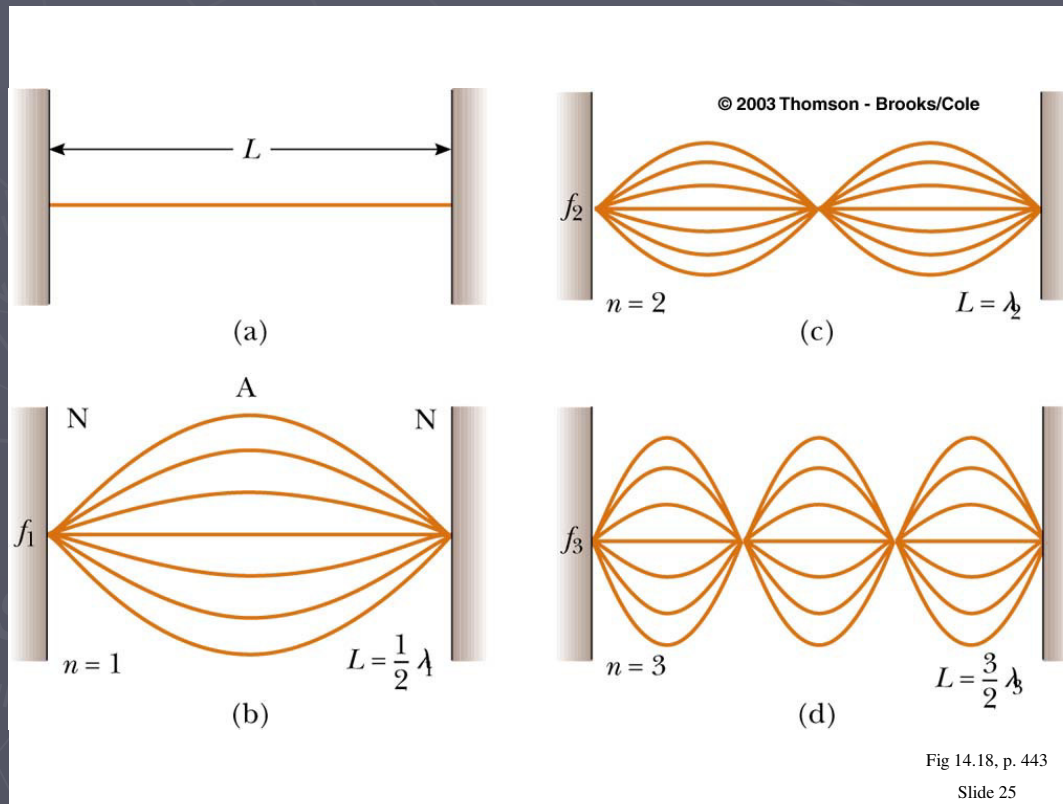
Gelombang Berdiri pada Tali

- Simpul harus terjadi pada ujung-ujung tali karena merupakan titik tetap



Gelombang Berdiri pada Tali

- Frekuensi getaran terendah dinamakan *frekuensi fundamental / frekuensi nada dasar*



$$f_n = n f_1 = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Gelombang Berdiri pada Tali (lanjutan)

- ▶ f_1, f_2, f_3 membentuk deret harmonik
 - f_1 adalah nada dasar dan juga disebut harmonik pertama
 - f_2 adalah harmonik kedua
- ▶ Gelombang pada tali yang bukan merupakan deret harmonik akan teredam secara cepat
 - sehingga, ketika tali diganggu, gelombang yang terjadi akan memilih frekuensi gelombang berdiri