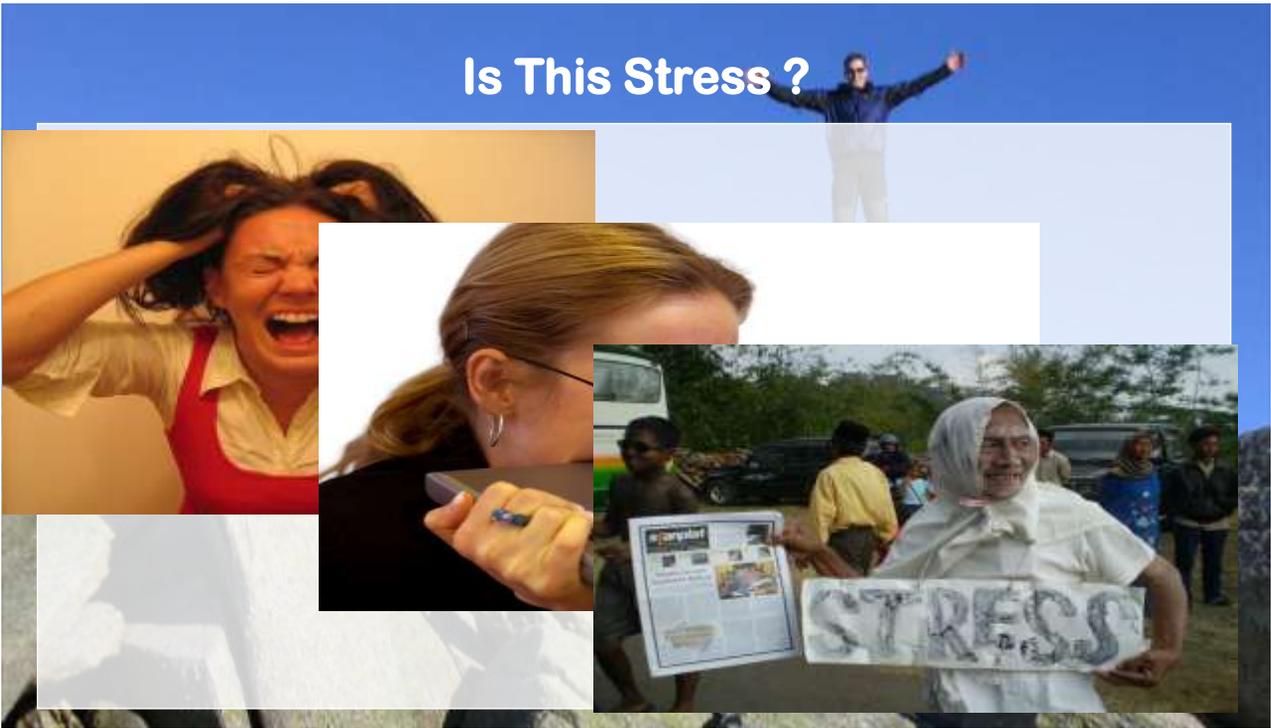


# KONSEP TEGANGAN DAN REGANGAN NORMAL

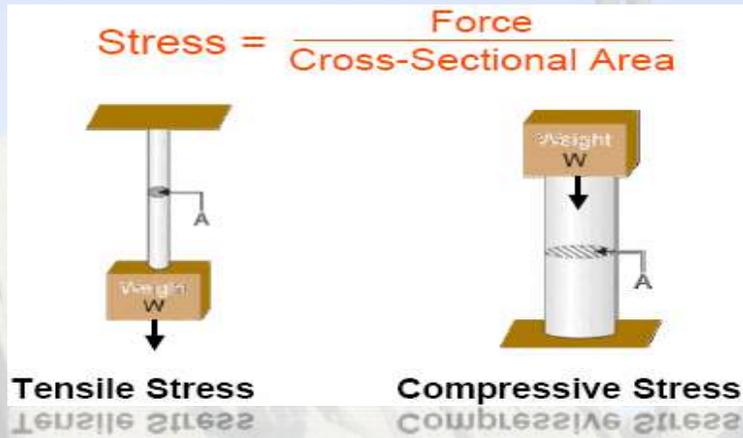


RYN

## Is This Stress ?



Bukan, Ini adalah stress



Beberapa hal yang menyebabkan stress

- Gaya luar
- Gravitasi
- Gaya sentrifugal
- Pemanasan dan Pendinginan
- Tekanan
- Perubahan tekanan yang mendadak



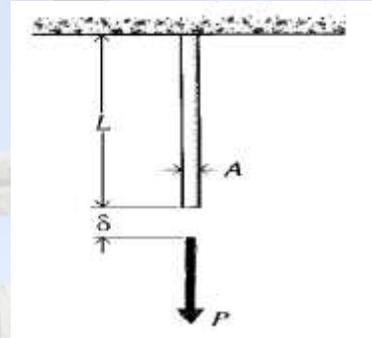
## TEGANGAN

*Stress/tegangan:*

Sebuah gaya yang diaplikasikan atau sistem gaya yang cenderung akan meregangkan atau merubah suatu benda.

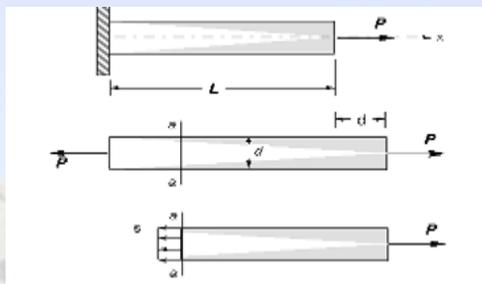
$$\text{Stress, } \sigma = \frac{P}{A}$$

Units - Pascal (Pa) or  $N/m^2$



L : Panjang awal  
A : Luas penampang melintang  
P : beban yang bekerja  
 $\delta$  : Perubahan panjang

## Tegangan Normal



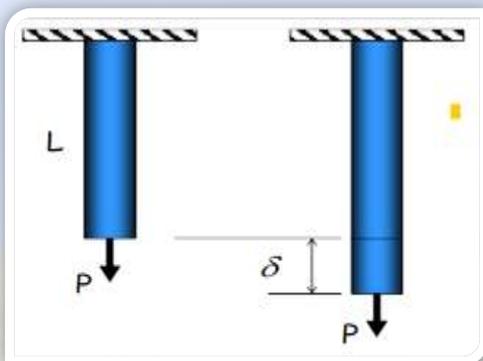
Gaya aksial yang menghasilkan perubahan (perpanjangan) yang seragam pada batang

## STRAIN

*Regangan / Strain:*

Sebuah deformasi yang dihasilkan oleh tegangan → rasio perubahan panjang terhadap panjang awal.

## REGANGAN NORMAL

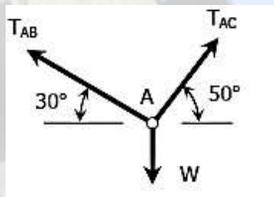


Beban aksial → perubahan panjang  
 Penarikan → Perpanjangan  
 Penekanan → Pemendekan

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

## CONTOH

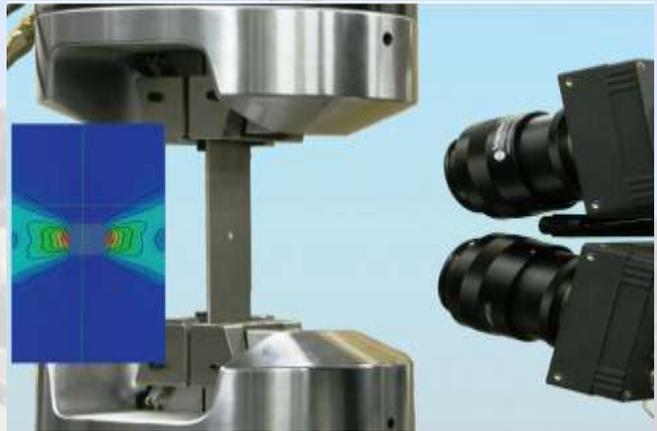
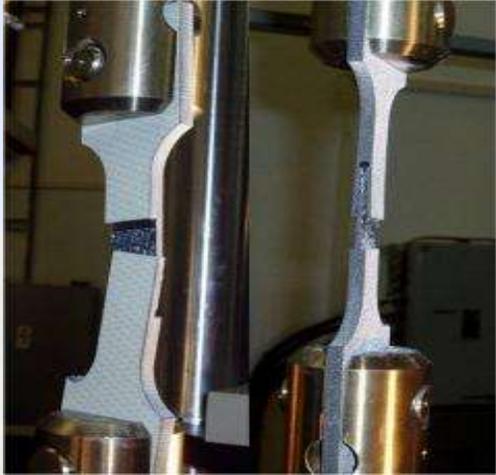
1. Sebuah pipa dengan diameter dalam 100 mm, harus membawa beban tarik 400 kN. Tentukan diameter luar pipa jika batas tegangan adalah  $120 \text{ MN/m}^2$
2. Pada gambar di bawah jika tegangan maksimum yang diijinkan adalah 30 ksi, luas penampang melintang kawat AB adalah  $0.4 \text{ in}^2$  dan AC  $0.5 \text{ in}^2$ , tentukan beban terberat (W) yang dapat di tanggung



## Contoh

1. Sebuah batang berdiameter 25 mm panjang 3.5 m mendapat gaya tarik aksial yang bekerja pada sisi penampang melintang. Perpanjangan yang terjadi sebesar 1.5 mm. Hitung tegangan tarikan dan regangan dalam batang
2. Jika tegangan yang diijinkan pada suatu bahan adalah 35,000 psi dan beban yang diaplikasikan adalah 20,000 lbs, berapa luas penampang minimum yang diperlukan untuk mencegah kerusakan?
3. Jika sebuah batang rusak pada regangan lebih besar dari 0.15 dan panjang awal batang adalah 10 feet. Berapa deformasi maksimum yang diijinkan sebelum patah/rusak ?

## STRESS ANALYSIS

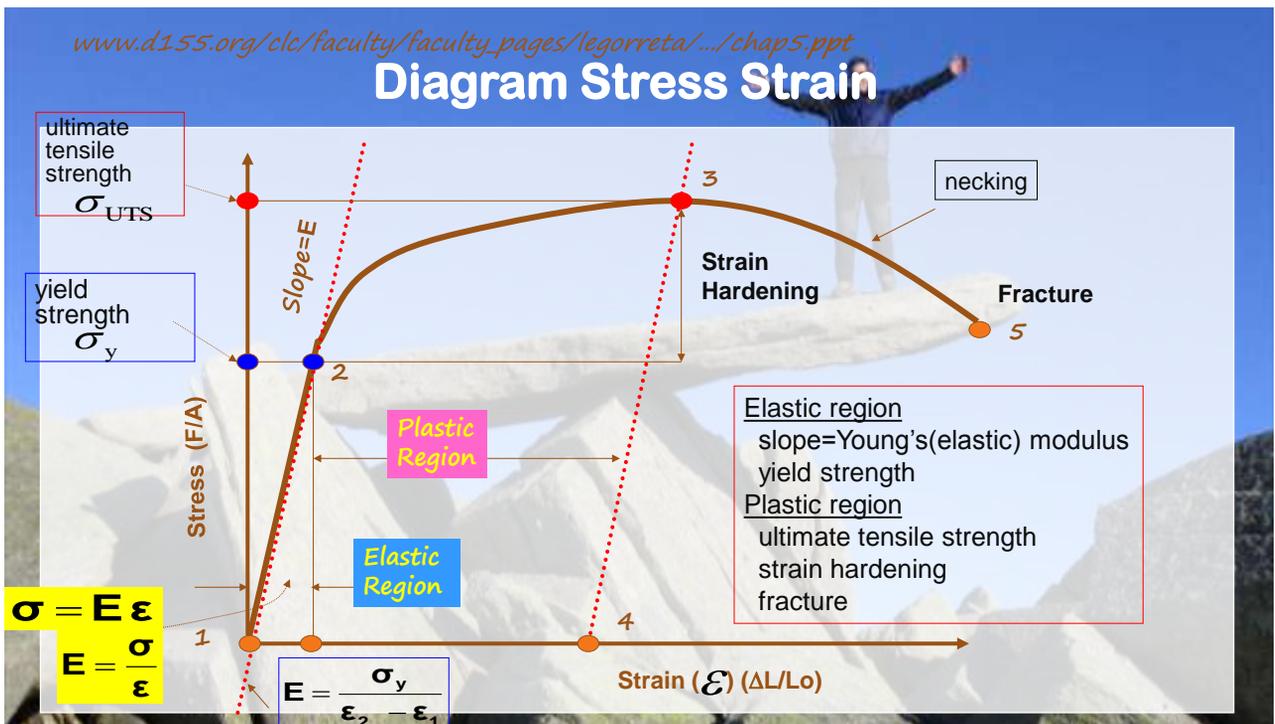


## Diagram Stress-Strain

- Setelah melakukan pengujian tarikan dan tekanan serta menentukan tegangan dan regangan pada beberapa tingkat beban, kita dapat mengplot sebuah diagram tegangan vs regangan
- Diagram tegangan-regangan disampaikan pertama oleh Jacob Bernoulli (1654-1705) dan J.V. Poncelet (1788-1867)



- Diagram memberikan gambaran tentang perilaku dan sifat bahan
- Setiap bahan memberikan diagram tegangan – regangan yang berbeda-beda



## Daerah Elastis (Titik 1 – 2)

- Bahan akan kembali ke bentuk semula setelah beban dilepas
- Tegangan proporsional terhadap regangan

$$\sigma = E \epsilon \quad \text{atau} \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$\sigma$  : Tegangan

$E$  : Modulus elastisitas (*Young's Modulus*) (psi)

$\epsilon$  : Regangan (in/in)

### Titik 2: Yield Strength

Sebuah titik dimana deformasi permanen terjadi (Jika sudah melewati titik ini, bahan tidak dapat kembali ke bentuk semula)

## Daerah Plastik (Titik 2 – 3)

- Jika material diberi beban melewati yield strength, maka bahan tidak akan kembali setelah beban dilepas
- Ini akan memiliki deformasi permanen
- Jika beban dilepas pada titik 3, kurva akan berjalan dari titik 3 menuju titik 4. Kemiringan garis = kemiringan titik 1 dan 2.
- Jarak antara titik 1 dan 4 mengindikasikan besarnya deformasi permanen.

## Strain Hardening

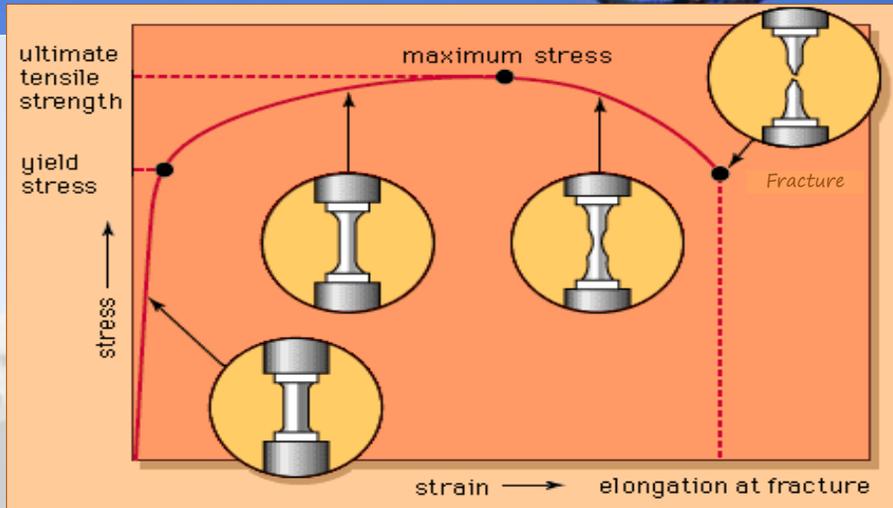
- Jika bahan diberi beban lagi dari titik 4, kurva akan kembali ke titik 3 dengan kemiringan yang sama dengan modulus elastis
- Sekarang bahan memiliki yield strength yang lebih besar
- Peningkatan nilai yield strength oleh regangan secara permanen disebut Strain Hardening.

## Tensile Strength (Titik 3)

- Nilai terbesar tegangan dalam diagram disebut Tensile Strength (TS) atau Ultimate Tensile Strength (UTS)
- Ini merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh bahan tanpa patah

### Fracture (Titik 5)

- Jika bahan mulur melebihi titik 3, tegangan menurun sebagaimana *necking* dan deformasi *non-uniform* terjadi
- Fracture pada akhirnya akan terjadi pada titik 5



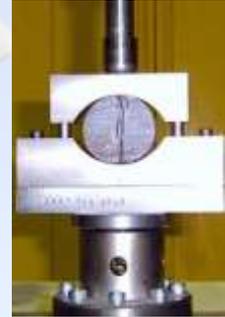
## Sifat-sifat Bahan

Karakteristik Bahan didiskripsikan sebagai

- **Strength / Kekuatan**
- **Hardness / Kekerasan**
- **Ductility / Elastisitas**
- **Brittleness / Kerapuhan**
- **Toughness**

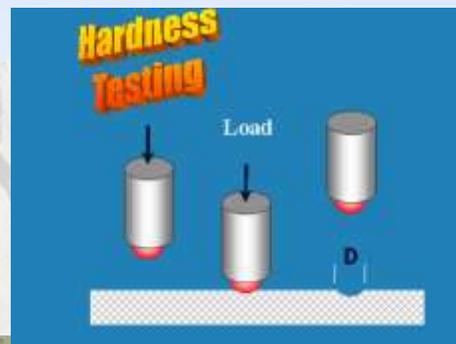
## Strength / Kekuatan

- Ukuran sifat bahan untuk menahan deformasi dan mempertahankan bentuknya
- Hal ini diukur dalam terminologi yield stress atau ultimate tensile strength.
- Baja karbon tinggi dan logam paduan memiliki kekuatan yang tinggi dibanding logam murni
- Keramik juga memiliki kekuatan yang tinggi



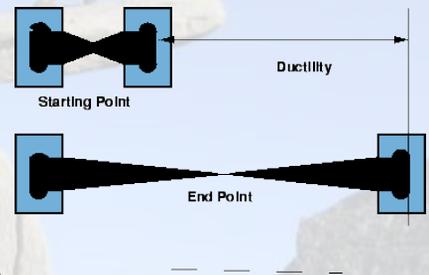
## Hardness / Kekerasan

- Ukuran bahan untuk menahan abrasi dan keausan
- Di ukur oleh skala kekerasan seperti skala rockwell dan brinell hardness
- Kekerasan dan kekuatan berhubungan erat karena kedua sifat ini berhubungan dengan ikatan molekul



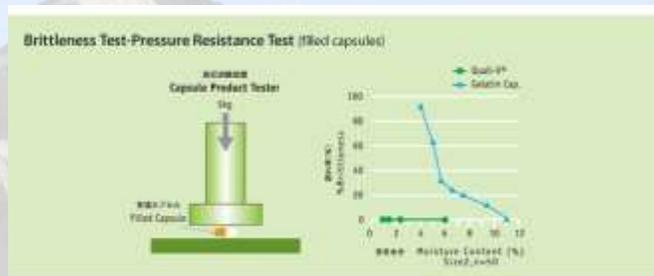
## Ductility / Elastis

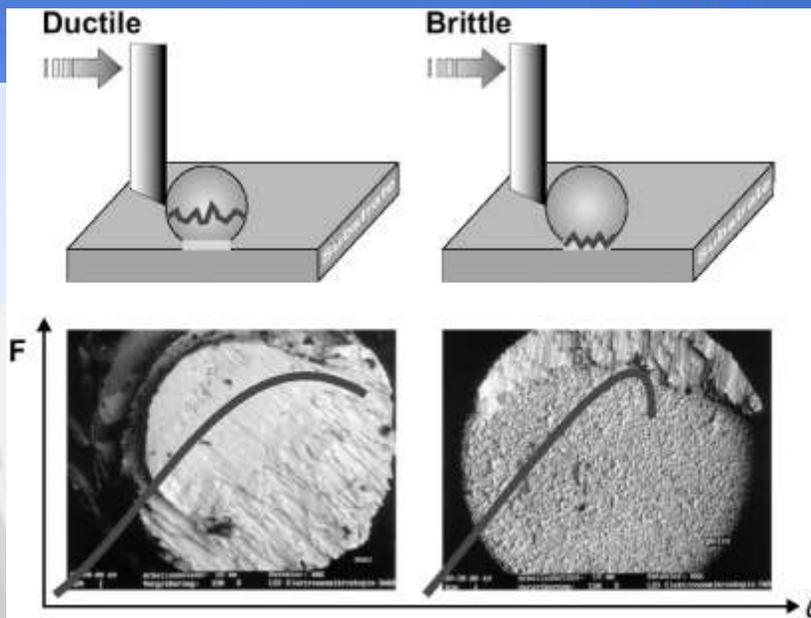
- Ukuran sifat bahan untuk berubah bentuk sebelum patah
- Ini diukur dengan membaca nilai regangan pada titik fracture dalam diagram tegangan regangan
- Contoh bahan ductile: baja dengan karbon rendah, aluminium



## Brittleness / Kerapuhan

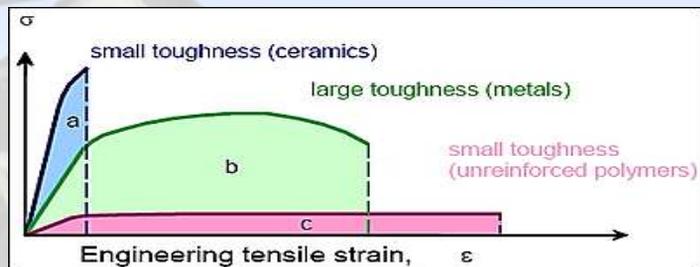
- Ukuran ketidakmampuan bahan untuk berubah bentuk sebelum patah
- Kebalikan dari ductility
- Contoh: Gelas, keramik, baja karbon tinggi

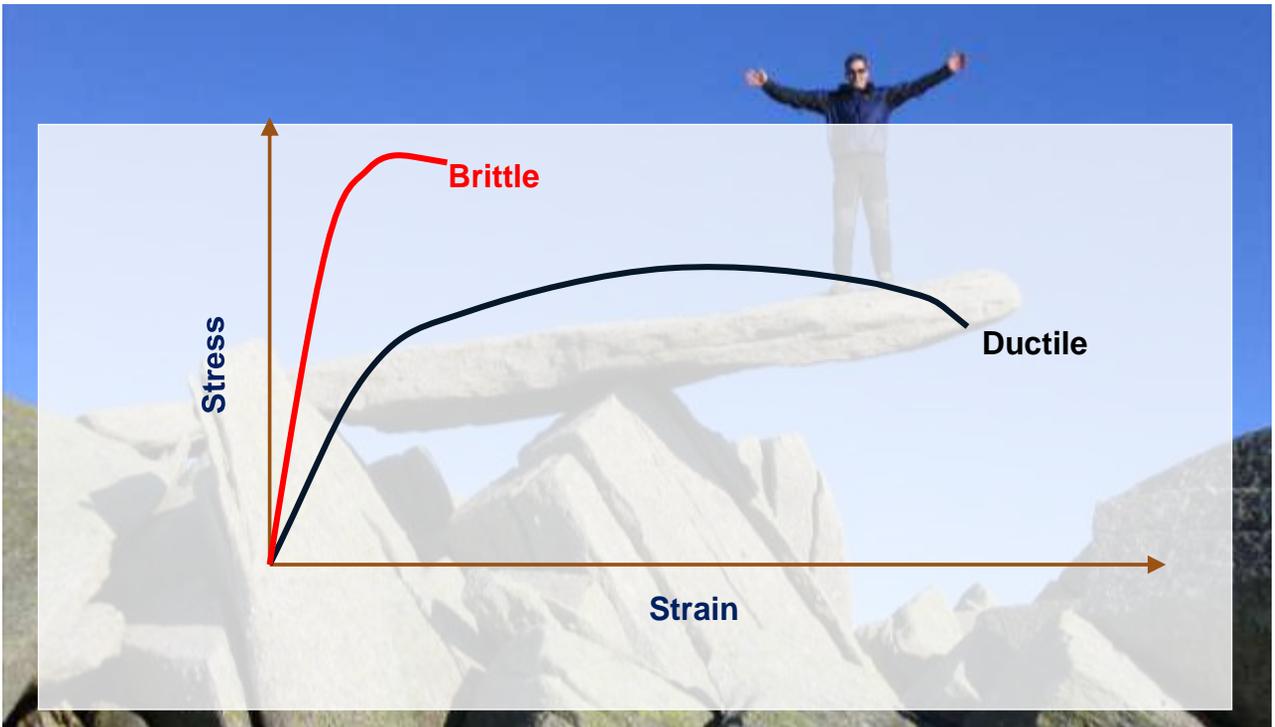




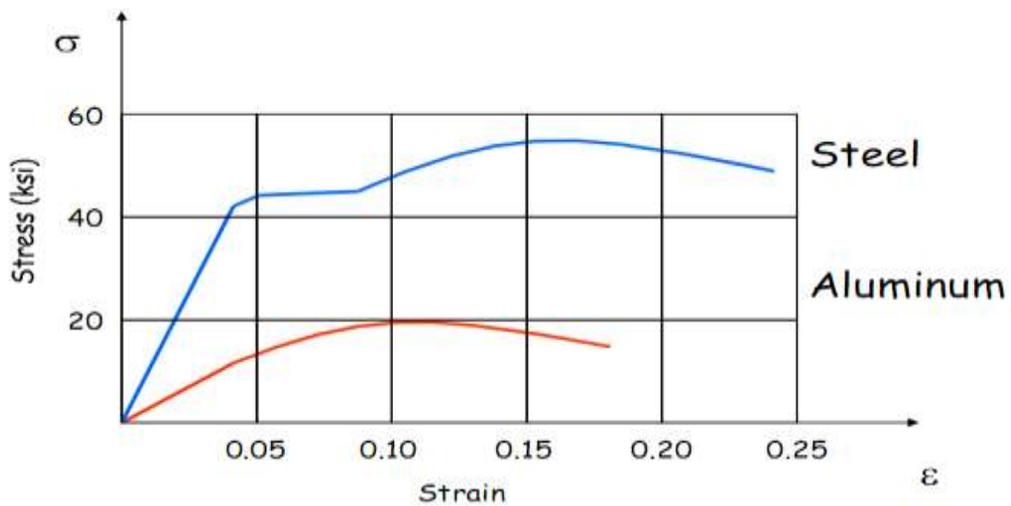
## Toughness

- Ukuran kemampuan bahan untuk menyerap energi sebelum patah
- Dapat diukur dengan integrasi kurva tegangan-regangan

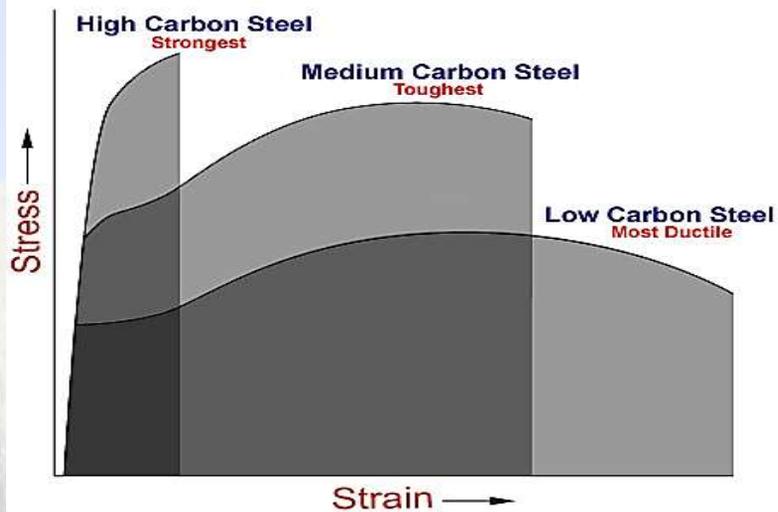
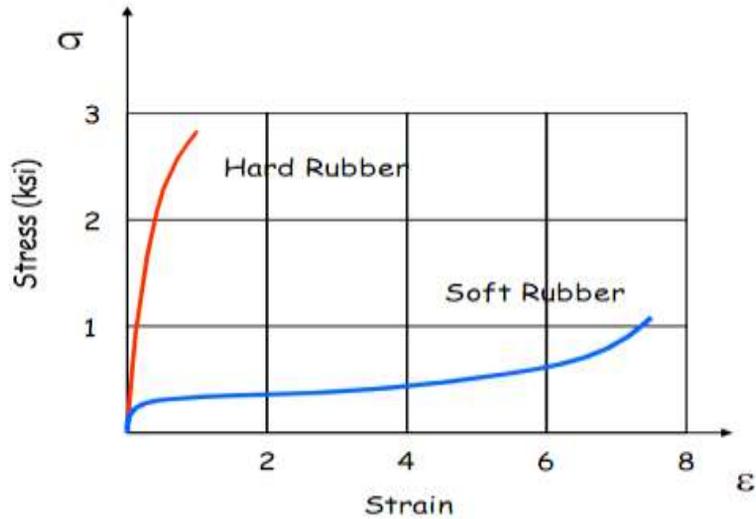




## Tegangan – Regangan Aluminium

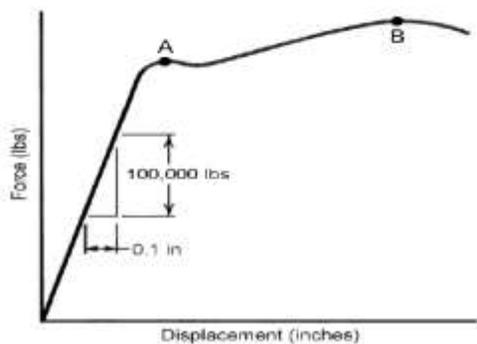


## Tegangan – Regangan Karet



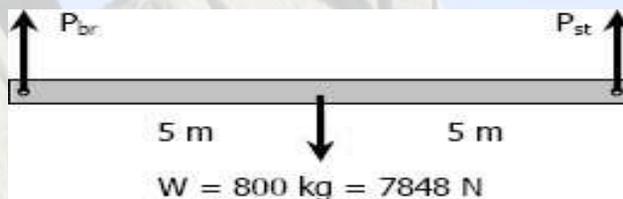
## Contoh

Sebuah batang memiliki luas penampang melintang  $0.2 \text{ in}^2$  dan panjang awal  $2 \text{ in}$ . Batang ini ditarik dalam suatu mesin pengujian dan menghasilkan diagram perpindahan gaya seperti pada gambar. Jika perubahan gaya diidentifikasi  $100,000 \text{ lbs}$  dan perubahan  $0.1 \text{ in}$ , berapa modulus elastisitas bahan ini ?



## TUGAS

1. Tabung berlubang memiliki diameter luar  $150 \text{ mm}$  dan diameter dalam  $140 \text{ mm}$ . Jika tegangan dibatasi pada nilai  $110 \text{ MN/m}^2$ , berapakah beban yang dapat ditanggung?
2. Diberikan:  
 Berat batang =  $800 \text{ kg}$   
 Tegangan maksimum yg diijinkan bronze =  $90 \text{ MPa}$   
 Tegangan maksimum yg diijinkan steel =  $120 \text{ MPa}$   
**Tentukan** : Luas penampang melintang terkecil kawat bronze dan steel



3. Diketahui:

Material: baja lunak dengan diameter 14 mm

Panjang = 50 mm

**Hasil tes:**

Load (N)	Elongation (mm)	Load (N)	Elongation (mm)
0	0	46 200	1.25
6 310	0.010	52 400	2.50
12 600	0.020	58 500	4.50
18 800	0.030	68 000	7.50
25 100	0.040	59 000	12.5
31 300	0.050	67 800	15.5
37 900	0.060	65 000	20.0
40 100	0.163	65 500	Fracture
41 600	0.433		

**Tentukan:**

Diagram stress-strain, yield point,  
Modulus elastisitas



RYN