

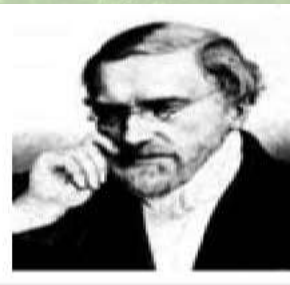
# DIAGRAM STRESS STRAIN, SIFAT BAHAN, FAKTOR KEAMANAN DAN TEGANGAN KERJA

LDS, RYN

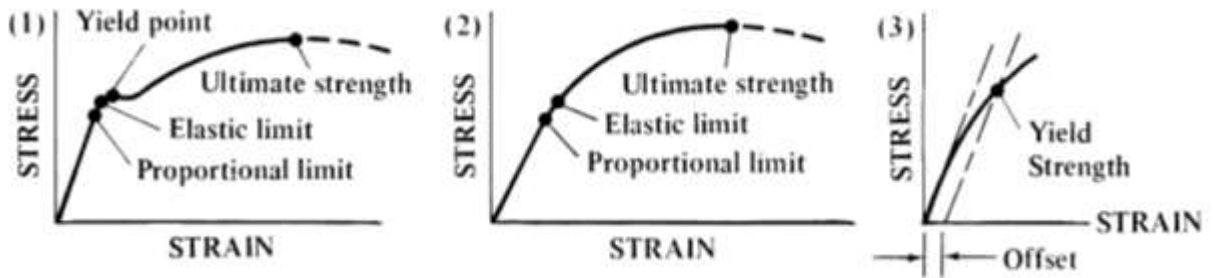
## Diagram Stress-Strain

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)



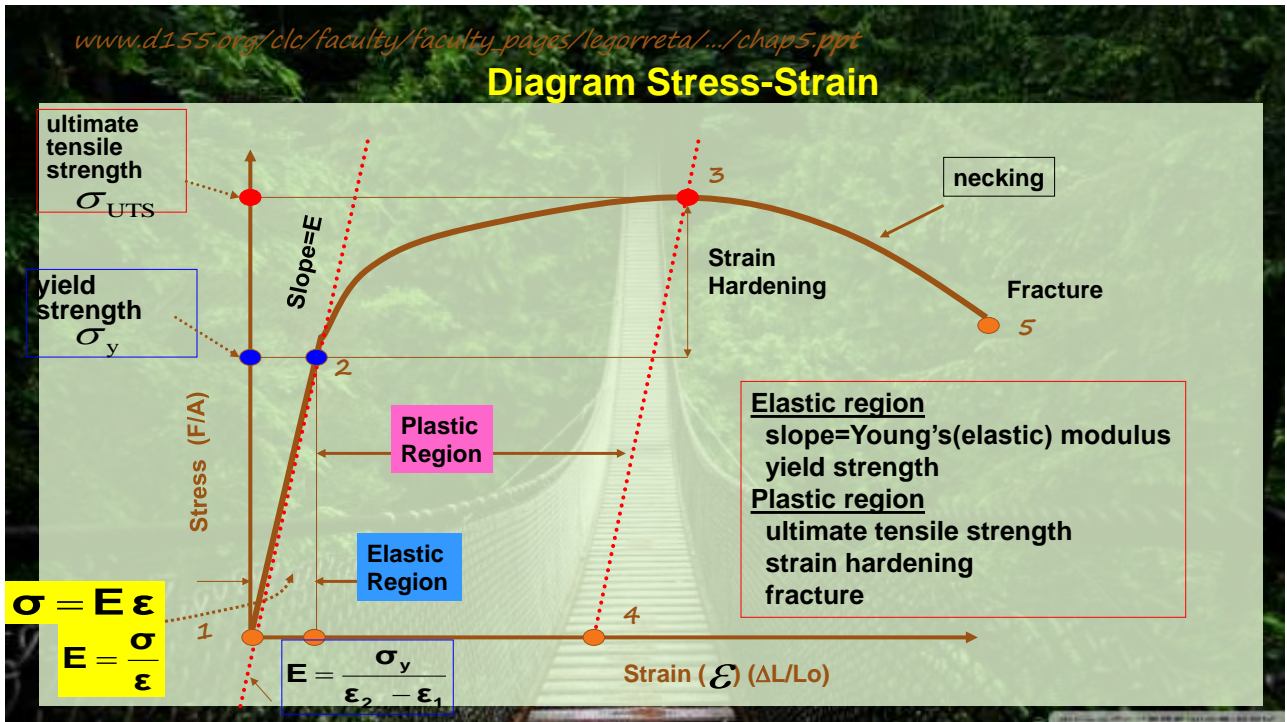
## Sifat Mekanik Bahan



- *Proportional limit* adalah titik pada kurva dimana kondisi mulai tedeviasi dari hubungan garis lurus antara stress dan strain.
- *Elastic limit* adalah stress maksimum dimana bahan uji yg di uji akan kembali ke bentuk semula ketika beban dilepaskan. *Elastic region* → ketika tegangan kerja tidak melebihi batas elastic

- *YIELD POINT* adalah titik pada kurva dimana terdapat perubahan tiba-tiba pada regangan tanpa ada perubahan pada tegangan.
- *YIELD STRENGTH*,  $S_y$ , adalah tegangan maksimum yang dapat di aplikasikan tanpa ada deformasi pada bahan uji.
  - Ini adalah nilai tegangan pada batas elastic untuk bahan yang memiliki batas elastic.
  - Karena sulitnya menentukan batas elastis, dan karena banyak bahan tidak mempunyai daerah elastis, maka yield strength sering ditentukan dengan metode offset
  - Yield strength adalah nilai tegangan dari kurva stress dan strain berhubungan dengan jumlah tertentu strain, umumnya 0.1 atau 0.2 per cent dari dimensi awal.

- *Ultimate strength*,  $S_u$ , (disebut juga *tensile strength*) adalah nilai tegangan maksimum yang terdapat pada kurva stress-strain.
- *Modulus of elasticity*,  $E$ , (disebut juga *Young's modulus*) adalah rasio stress terhadap strain dalam batas proporsional suatu bahan dalam tarikan atau tekanan
- *Modulus of elasticity in shear*,  $G$ , adalah rasio stress terhadap strain dalam batas proporsional limit suatu bahan dalam geseran.
- *Poisson's ratio*,  $\mu$ , adalah rasio lateral strain terhadap longitudinal strain untuk bahan yang menjadi subyek tegangan longitudinal dalam batas proporsional.



### Daerah Elastis (Titik 1 – 2)

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

$$\sigma = E \epsilon$$

atau

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$\sigma$  : Tegangan

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

$\epsilon$  : Regangan (in/in)

### Titik 2: Yield Strength

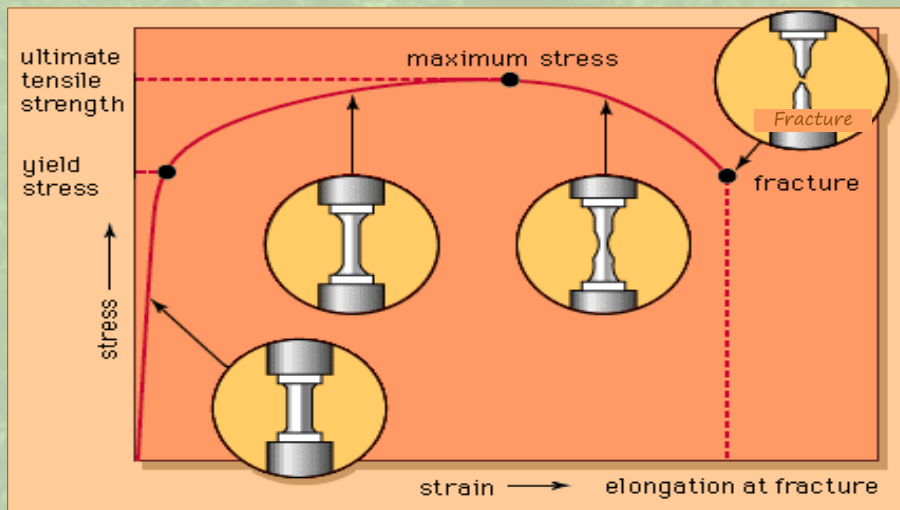
Sebuah titik dimana deformasi permanen terjadi (Jika sudah melewati titik ini, bahan tidak dapat kembali ke bentuk semula)

## 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.



## Sifat-sifat Bahan

Karakteristik Bahan didiskripsikan sebagai

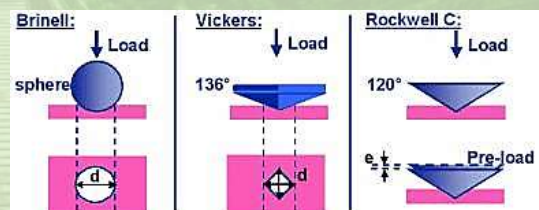
- Strength / Kuat
- Hardness / Kekerasan
- Ductility / Elastisitas
- Brittleness / Kerapuhan
- Toughness

## 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

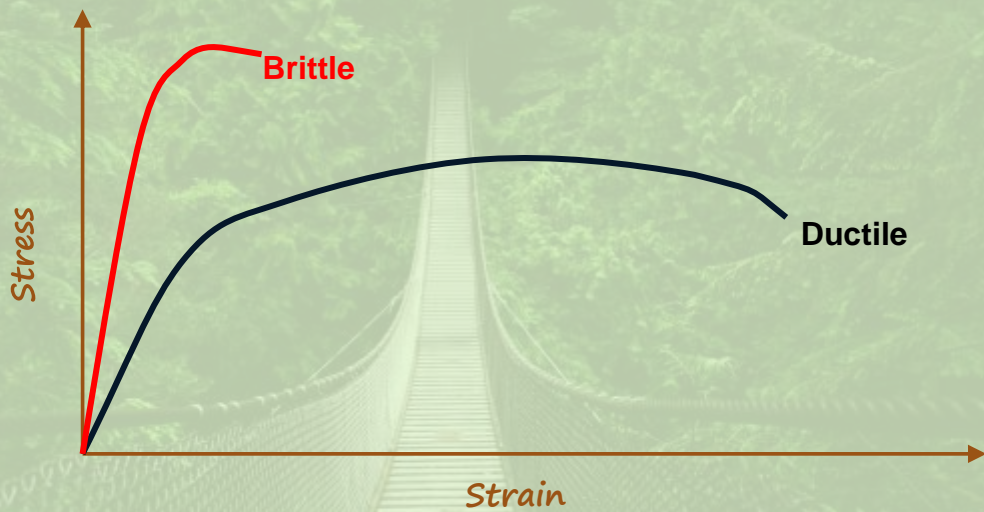
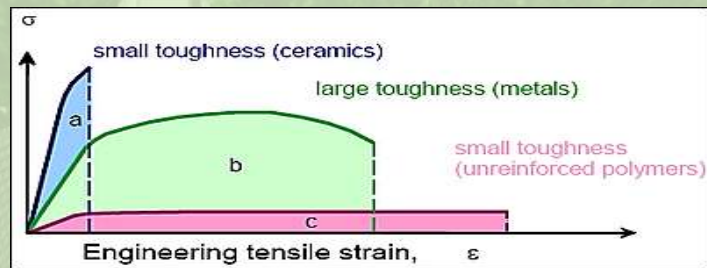
## Brittleness / Kerapuhan

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

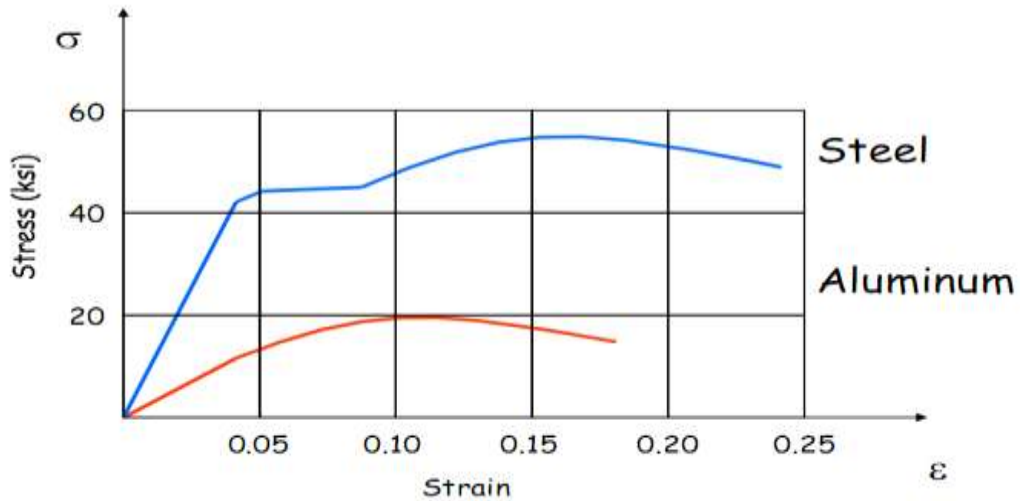


## Toughness

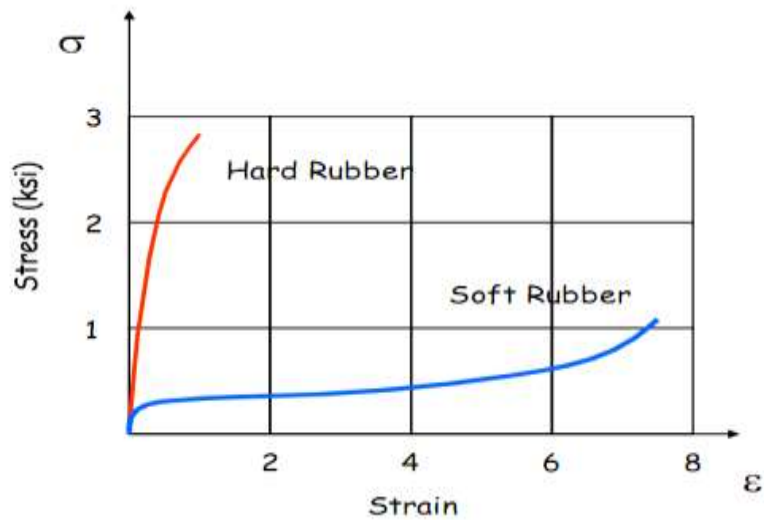
- Ukuran kemampuan bahan untuk menyerap energi sebelum patah
- Dapat diukur dengan integrasi kurva tegangan-regangan

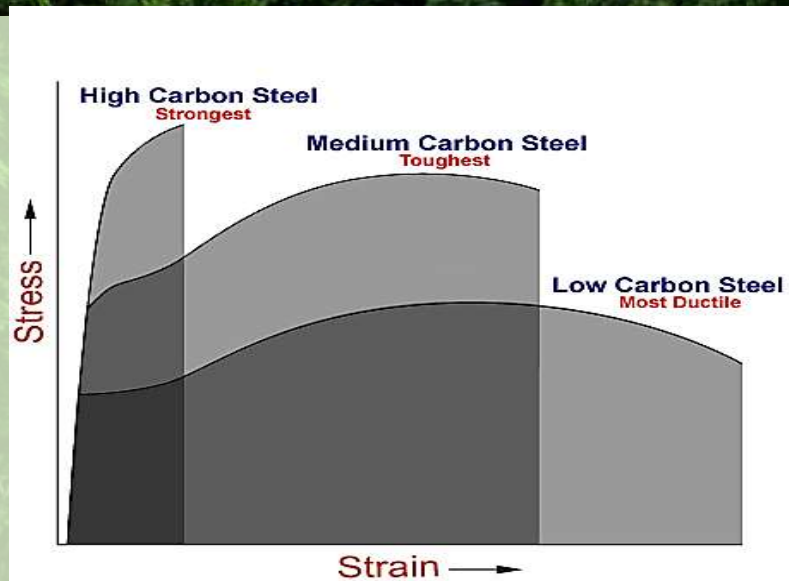


## Tegangan – Regangan Aluminium



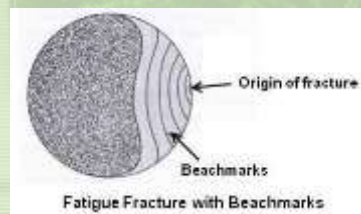
## Tegangan – Regangan Karet





## Penyebab Patah

Selain tegangan yang melebihi batas, patah juga dapat disebabkan oleh: Fatigue



## Fatigue Properties

- Fatigue properties are determined by subjecting test specimens to stress cycles and counting the number of cycles to failure.

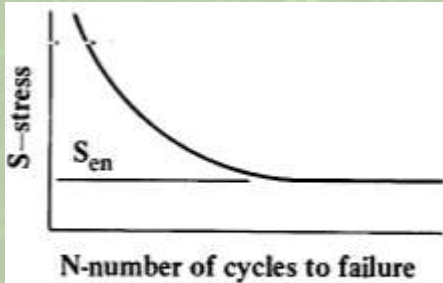


Fig. 2a. S-N endurance limit

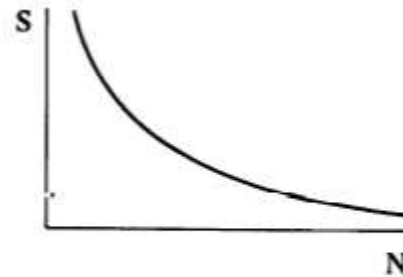
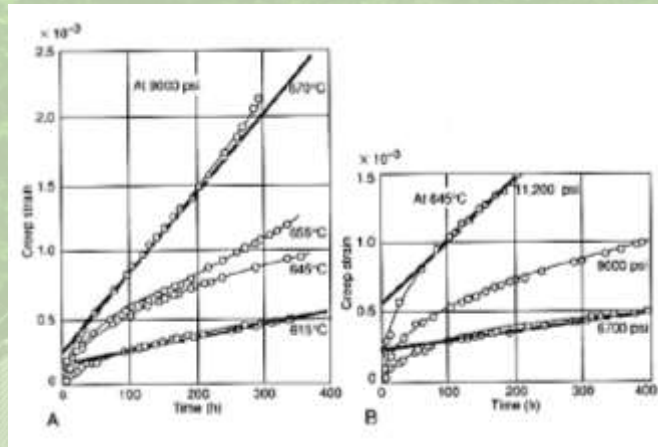
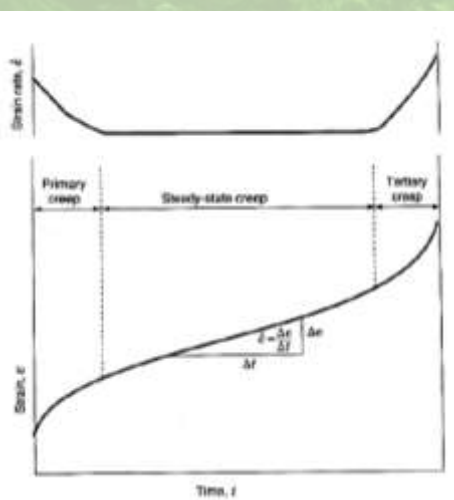


Fig. 2b. S-N no endurance limit

## Modes of Fatigue Failure.

- *Low/High-Cycle Fatigue*
- *Thermal Fatigue*
- *Corrosion Fatigue*
- *Surface or Contact Fatigue*
- *Combined Creep and Fatigue*





## Factors of Safety

Factors of safety can be incorporated into design calculations in many ways. For most calculations the following equation is used:

$$s_w = S_m / f_s$$

where

$f_s$  is the factor of safety,

$S_m$  is the strength of the material in pounds per square inch,

$S_w$  is the allowable working stress, also in pounds per square inch.

In general,  $S_m$  is based on

- yield strength for ductile materials,
- ultimate strength for brittle materials,
- fatigue strength for parts subjected to cyclic stressing.

Most strength values are obtained by testing standard specimens at 68°F. in normal atmospheres.

General recommendations for values of factors of safety are given in the following list.

$f_s$	Application
1.3–1.5	For use with highly reliable materials where loading and environmental conditions are not severe, and where weight is an important consideration.
1.5–2	For applications using reliable materials where loading and environmental conditions are not severe.
2–2.5	For use with ordinary materials where loading and environmental conditions are not severe.
2.5–3	For less tried and for brittle materials where loading and environmental conditions are not severe.
3–4	For applications in which material properties are not reliable and where loading and environmental conditions are not severe, or where reliable materials are to be used under difficult loading and environmental conditions.

## Working Stress

Calculated working stresses are the products of calculated nominal stress values and stress concentration factors.

- Calculated nominal stress values are based on the assumption of idealized stress distributions.
- Such nominal stresses may be simple stresses, combined stresses, or cyclic stresses.

$$\begin{aligned} s_w &= K\sigma \\ s_w &= K\tau \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_w &= K\sigma' \\ s_w &= K\tau' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_w &= K\sigma_{cy} \\ s_w &= K\tau_{cy} \end{aligned}$$

$K$  is a stress concentration factor;

$\sigma$  and  $\tau$  are, respectively, simple normal (tensile or compressive) and shear stresses;

$\sigma'$  and  $\tau'$  are combined normal and shear stresses;

$\sigma_{cy}$  and  $\tau_{cy}$  are cyclic normal and shear stresses.

## Stress Concentration Factors.

- Stress concentration is related to type of material, the nature of the stress, environmental conditions, and the geometry of parts.
- The following equation may be used:

$$K = 1 + q(K_t - 1)$$

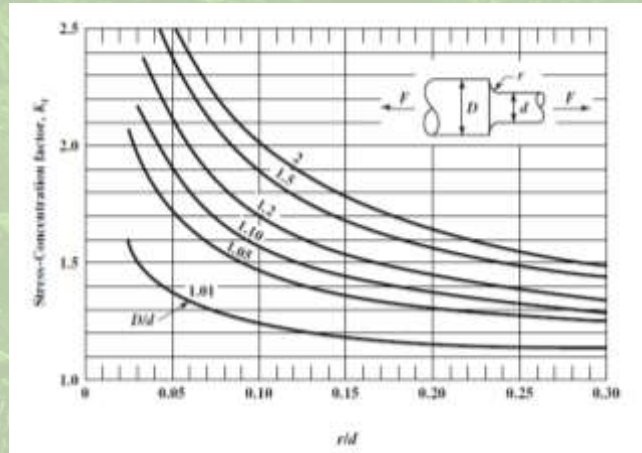
- $K_t$  is a theoretical stress concentration factor that is a function only of the geometry of a part and the nature of the stress;
- $q$  is the *index of sensitivity* of the material.
- If the geometry is such as to provide no theoretical stress concentration,  $K_t = 1$ .

## Nilai q

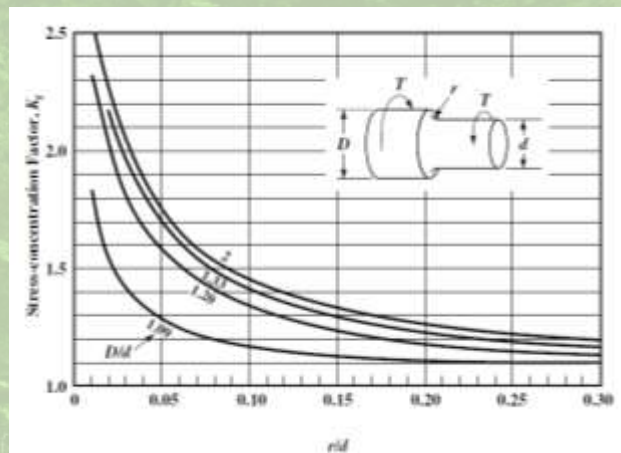
- For constant stresses
  - cast iron and in ductile materials,  $q = 0$  (hence  $K = 1$ ).
  - brittle materials such as hardened steel,  $q$  may be taken as 0.15;
  - very brittle materials such as steels that have been quenched but not drawn,  $q$  may be taken as 0.25.
- When stresses are suddenly applied (impact stresses)  $q$  ranges from 0.4 to 0.6 for ductile materials; for cast iron it is taken as 0.5; and, for brittle materials, 1.



## Stress-concentration factor, $K_t$ , for a filleted shaft in tension



## Stress-concentration factor, $K_t$ , for a filleted shaft in torsion



## 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  $100,000 \text{ lbf}$  dan perubahan  $0.1 \text{ in}$ , berapa modulus elastisitas bahan ini ?



## TUGAS

1. Tabung berlubang memiliki diameter dalam  $100 \text{ mm}$  dan menanggung beban sebesar  $400 \text{ kN}$ . Tentukan diameter luar tabung jika tegangan dibatasi pada nilai  $120 \text{ MN/m}^2$

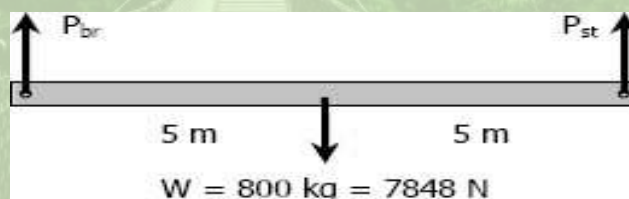
2. Diberikan:

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



<http://www2.hcmuaf.edu.vn/data/phamducdung/thamkhao/MachineryHandbook/MH26/yc.pdf>

