

Pertemuan ke 4

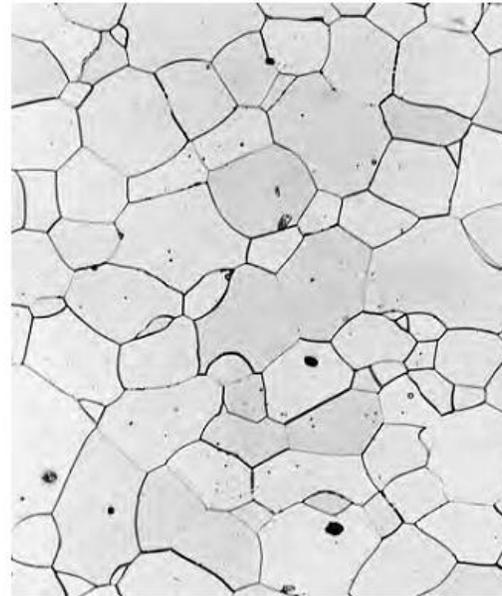
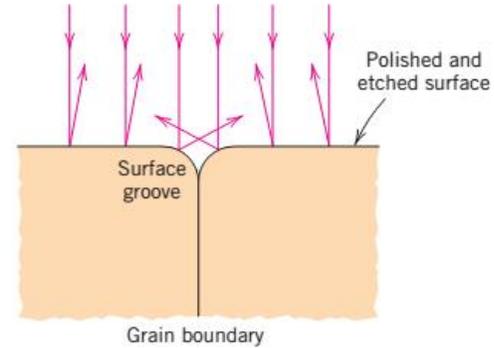
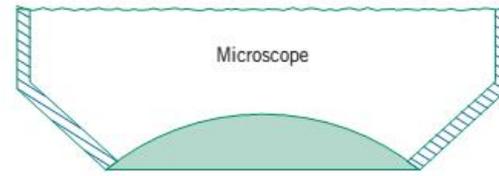
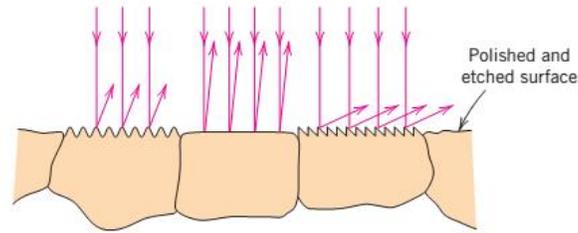
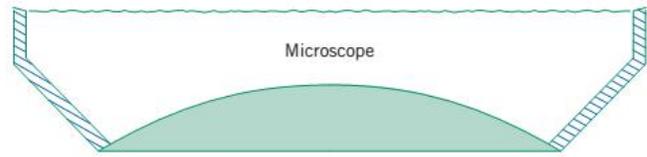
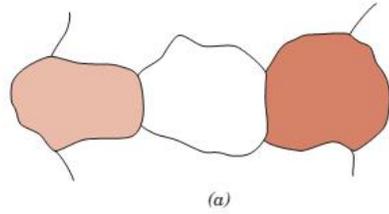
Metalurgi Fisik

Dody Ariawan

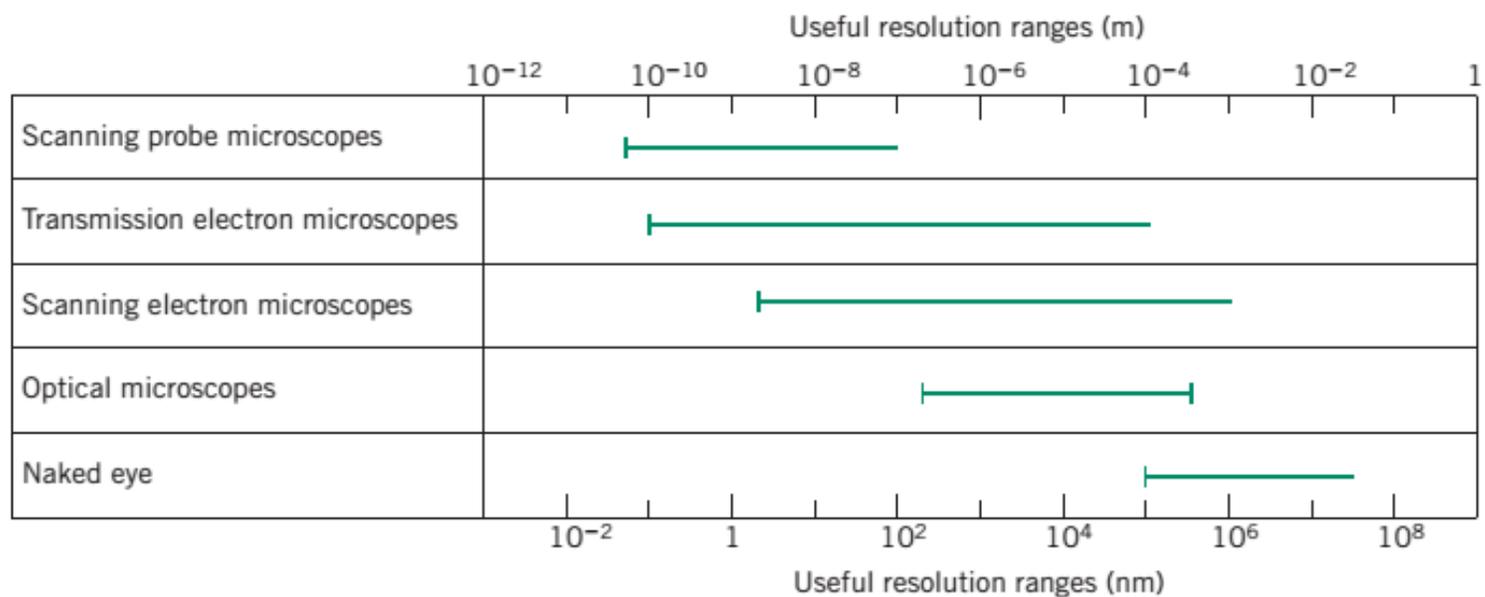
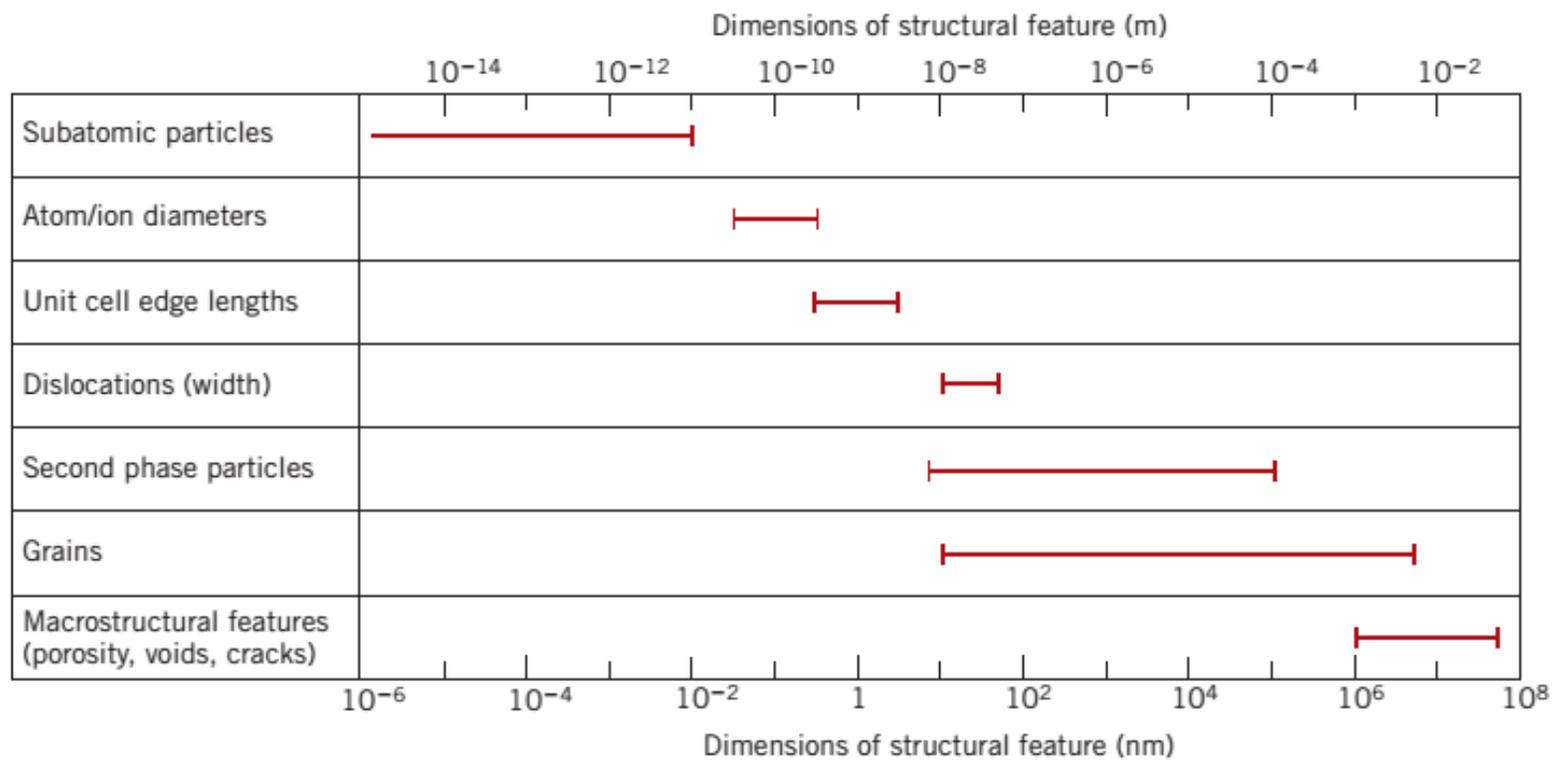
Pemeriksaan mikroskopi

Pengamatan butir :

- Permukaan yang sudah dipolish & dietsa terbentuk lekukan di batas butir sehingga memberikan karekteristik pemantulan yang berbeda
- Hasil foto spesimen paduan besi-kromium



(b)

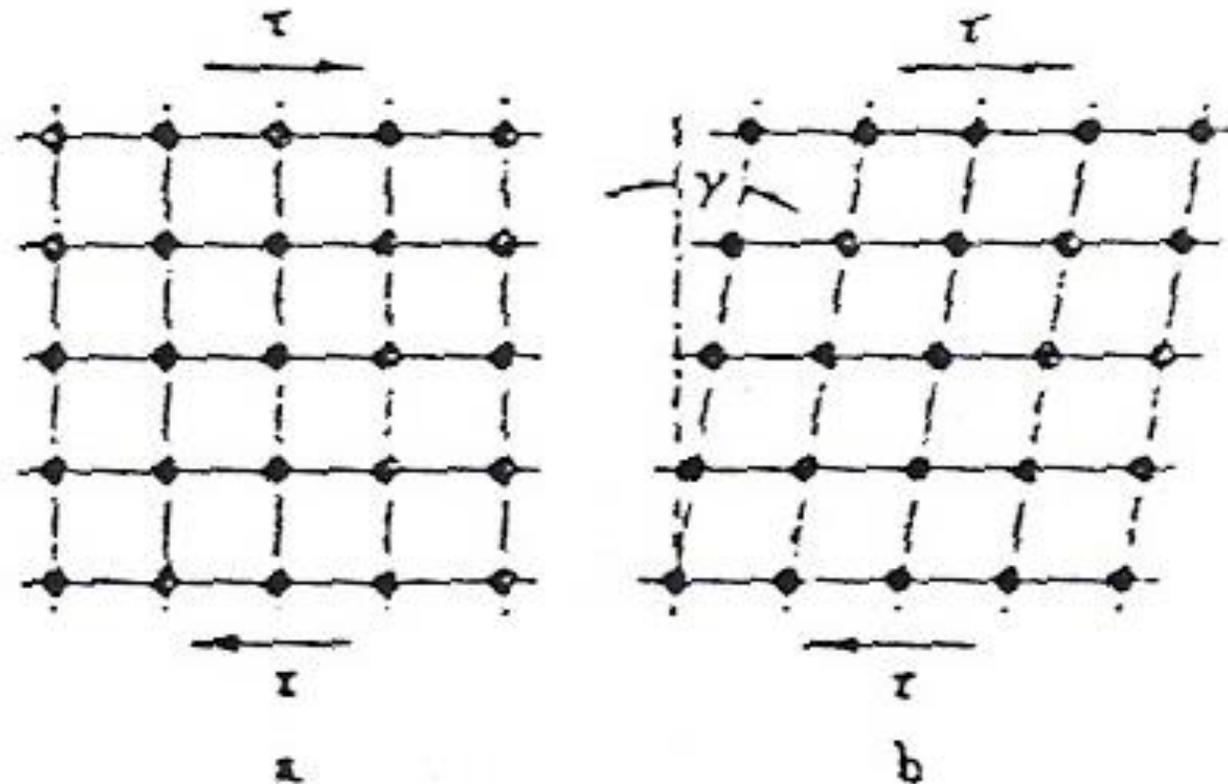


MEKANISME DEFORMASI

- Suatu logam jika diberi gaya maka akan mengalami deormasi atau perubahan bentuk
- Terdapat 2 jenis deformasi yaitu :
 - deformasi elastis :
 - terdeformasi pada saat pembebanan & akan kembali ke bentuk semula pada saat beban dilepaskan
 - deformasi plastis :
 - deformasi yang bersifat permanen
- Kekuatan bahan terkait dengan seberapa mudah atau sulit suatu logam mengalami deformasi plastis pada saat pembebanan

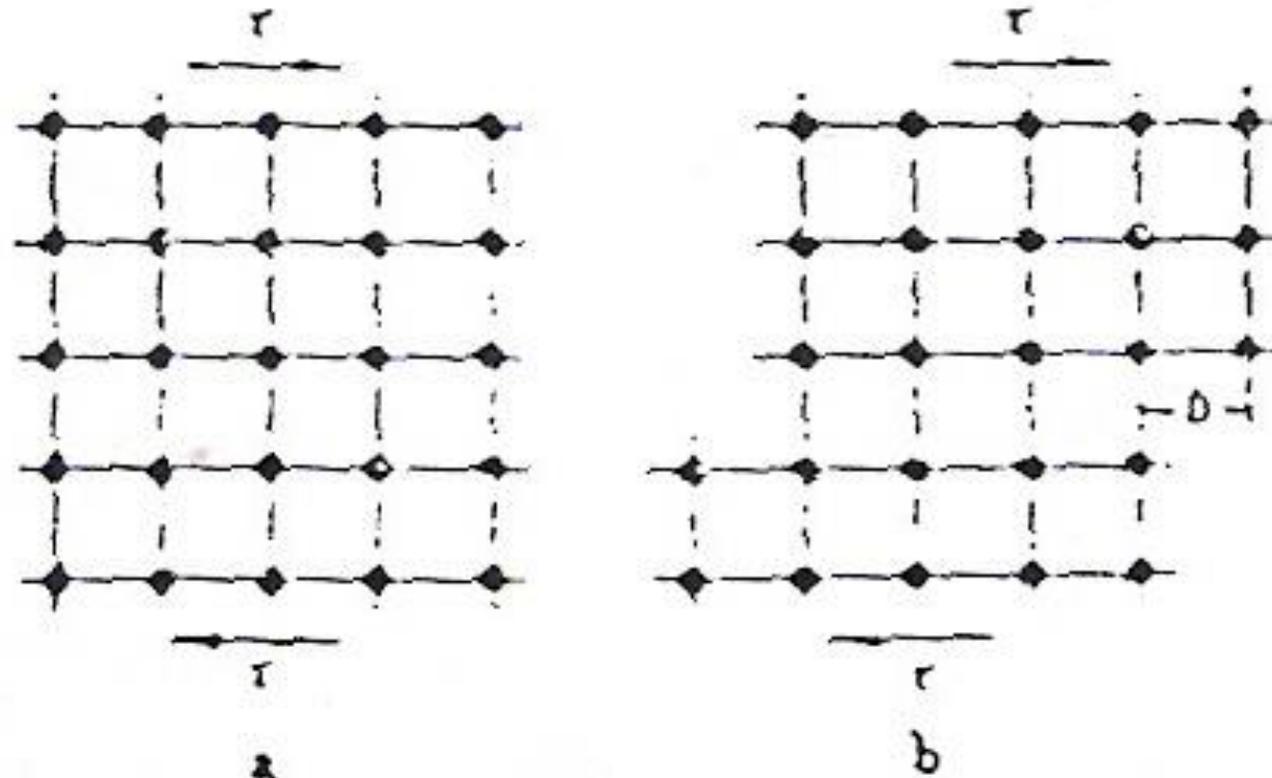
Mekanisme deformasi pada skala mikroskopis

a. Deformasi elastis :

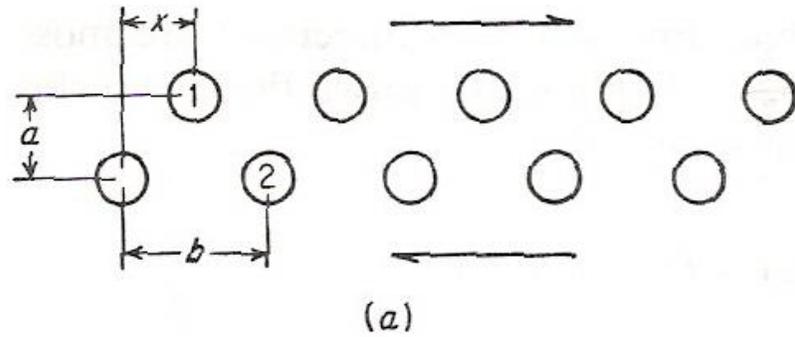


b. Deformasi plastis

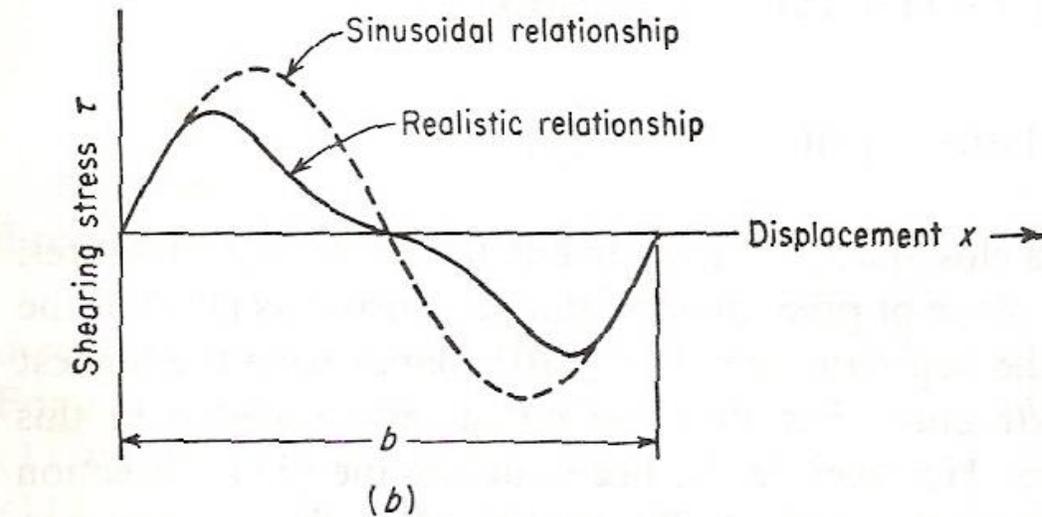
- Terjadi slip atau pergeseran atom-atom
- Pada saat bergeser, terjadi pemutusan ikatan atom



Kekuatan material teoritis



$$\tau_{th} = G/2\pi$$



Deformasi plastis melalui pergerakan dislokasi

- Kekuatan logam nyata jauh lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan teoritisnya

Contoh :

$$\text{baja : } G = 83000 \text{ Kgf/mm}^2$$

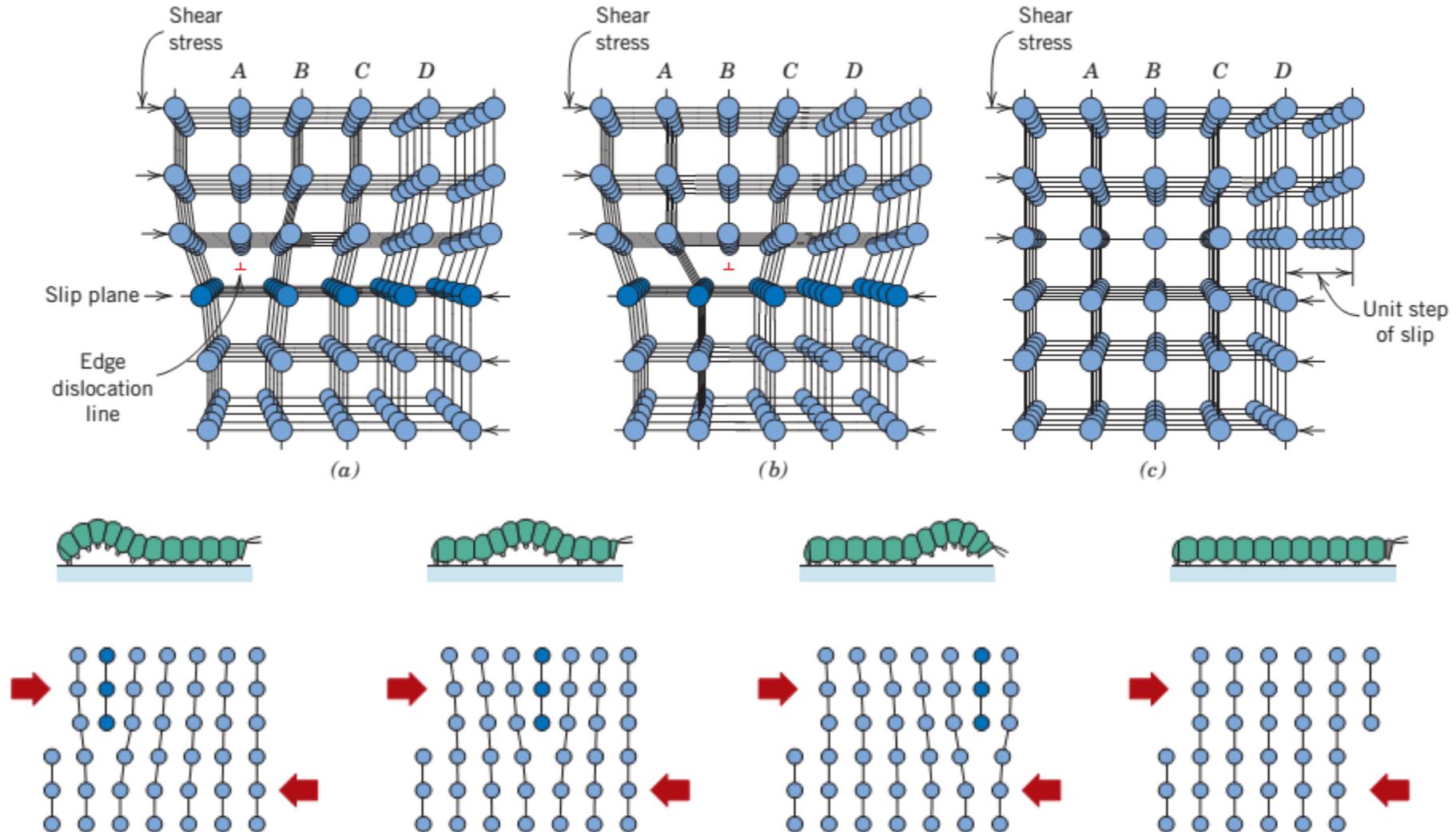
$$\tau_{th} = 13200 \text{ Kgf/mm}^2$$

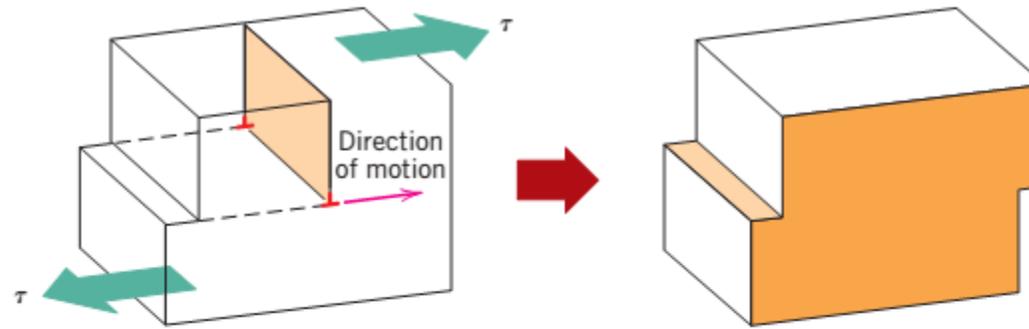
Sedangkan τ luluh baja : 20 Kgf/mm²

- Perbedaan tersebut disebabkan karena pada logam nyata *mempunyai cacat dislokasi* yang menyebabkan atom-atom logam mudah mengalami slip pada saat pembebanan

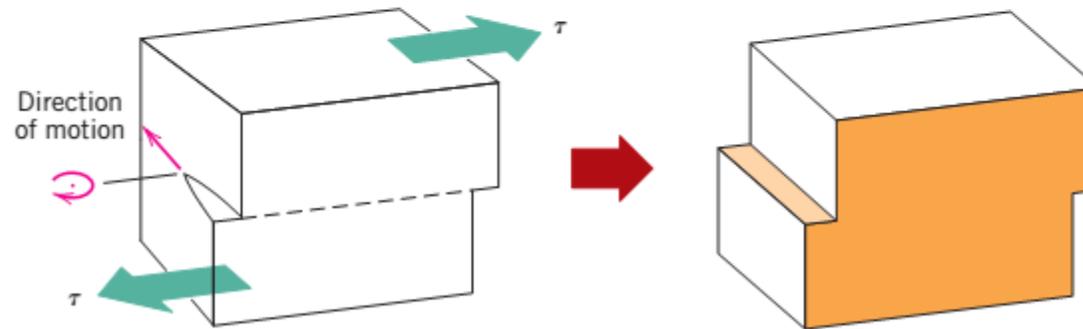
(lanjutan)

➤ Mekanisme pergerakan dislokasi



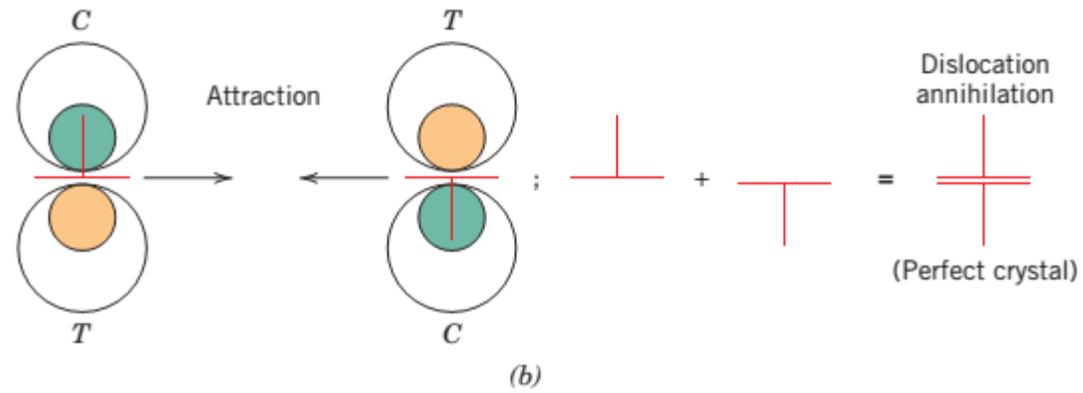
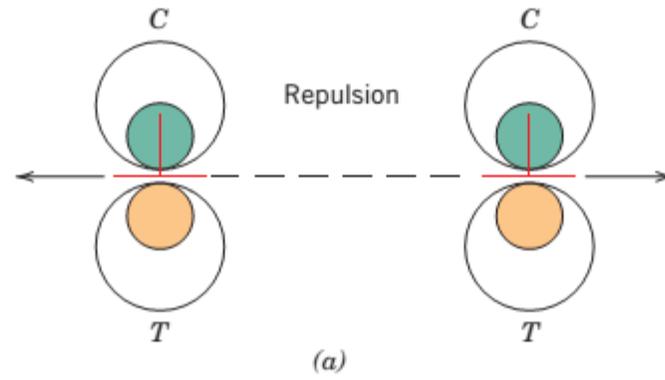
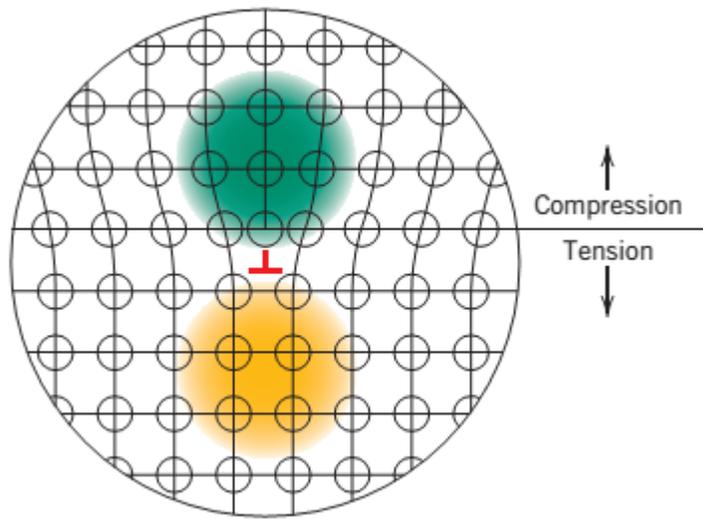


(a)



(b)

- (a) Pergerakan dislokasi sisi
- (b) Pergerakan dislokasi ulir



Sistem slip

- Pergerakan dislokasi lebih mudah terjadi pada bidang dan arah tertentu dalam kristal logam. Kombinasi bidang dan arah slip ini diistilahkan sistem slip
- Bidang slip merupakan bidang yang mempunyai kerapatan atomnya paling tinggi
- Arah slip mengarah ke arah yang kerapatan atomnya paling tinggi

Contoh sistem slip pada FCC

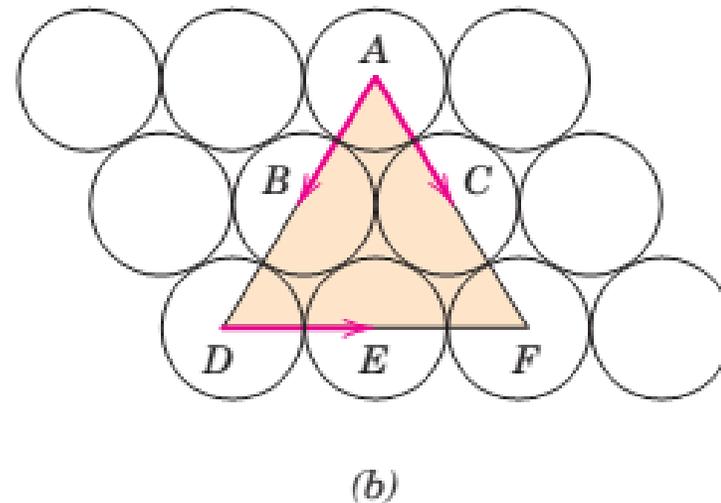
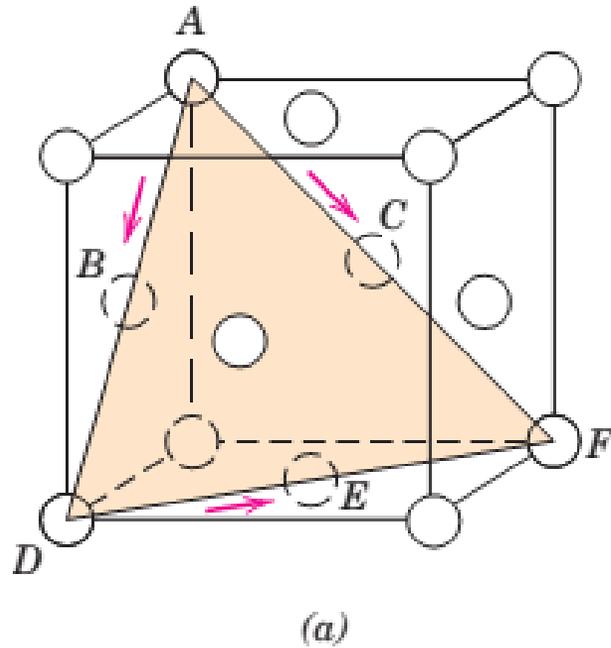


Figure 7.6 (a) A $\{111\}$ $\langle 110 \rangle$ slip system shown within an FCC unit cell. (b) The (111) plane from (a) and three $\langle 110 \rangle$ slip directions (as indicated by arrows) within that plane comprise possible slip systems.

Sistem slip pada FCC, BCC, HCP

<i>Metals</i>	<i>Slip Plane</i>	<i>Slip Direction</i>	<i>Number of Slip Systems</i>
Face-Centered Cubic			
Cu, Al, Ni, Ag, Au	{111}	$\langle \bar{1}\bar{1}0 \rangle$	12
Body-Centered Cubic			
α -Fe, W, Mo	{110}	$\langle \bar{1}11 \rangle$	12
α -Fe, W	{211}	$\langle \bar{1}11 \rangle$	12
α -Fe, K	{321}	$\langle \bar{1}11 \rangle$	24
Hexagonal Close-Packed			
Cd, Zn, Mg, Ti, Be	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	3
Ti, Mg, Zr	{10 $\bar{1}0$ }	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	3
Ti, Mg	{10 $\bar{1}1$ }	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	6

Mekanisme penguatan logam

- Kekuatan logam dipengaruhi oleh mudah tidaknya dislokasi bergerak pada saat pembebanan
- Semakin dislokasi sulit bergerak maka kekuatan logam akan semakin tinggi
- Penguatan logam dilakukan dengan cara menghambat pergerakan dislokasi

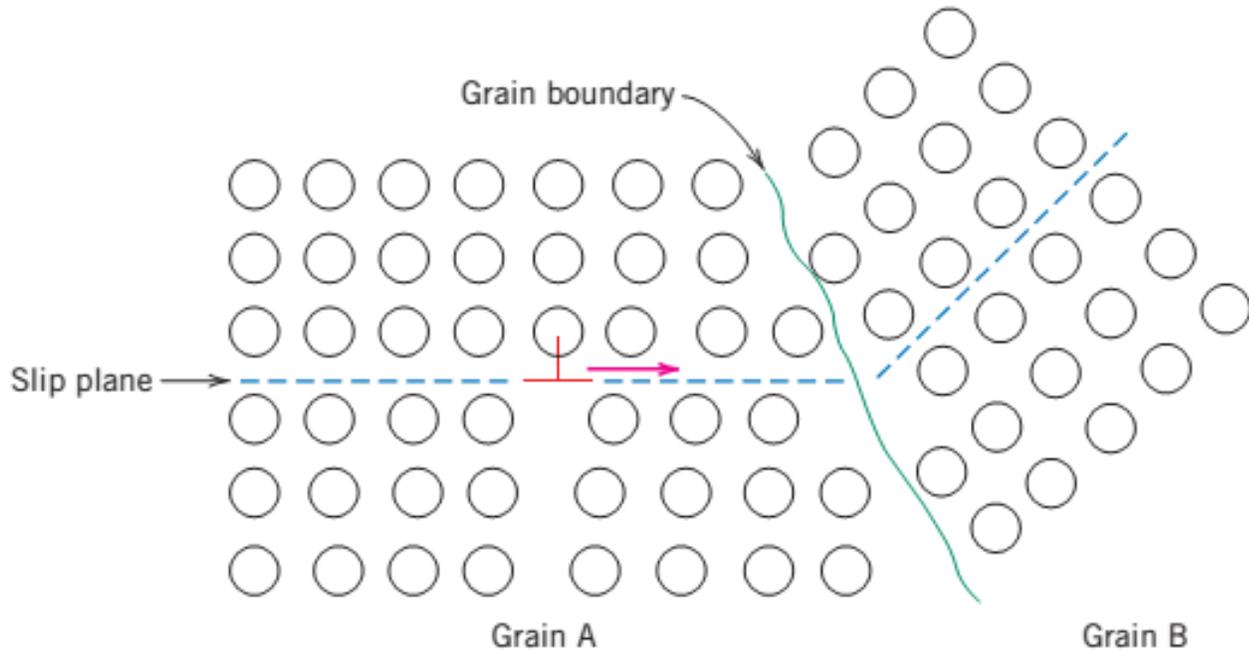
Contoh metoda penguatan logam

a. Penghalusan ukuran butir

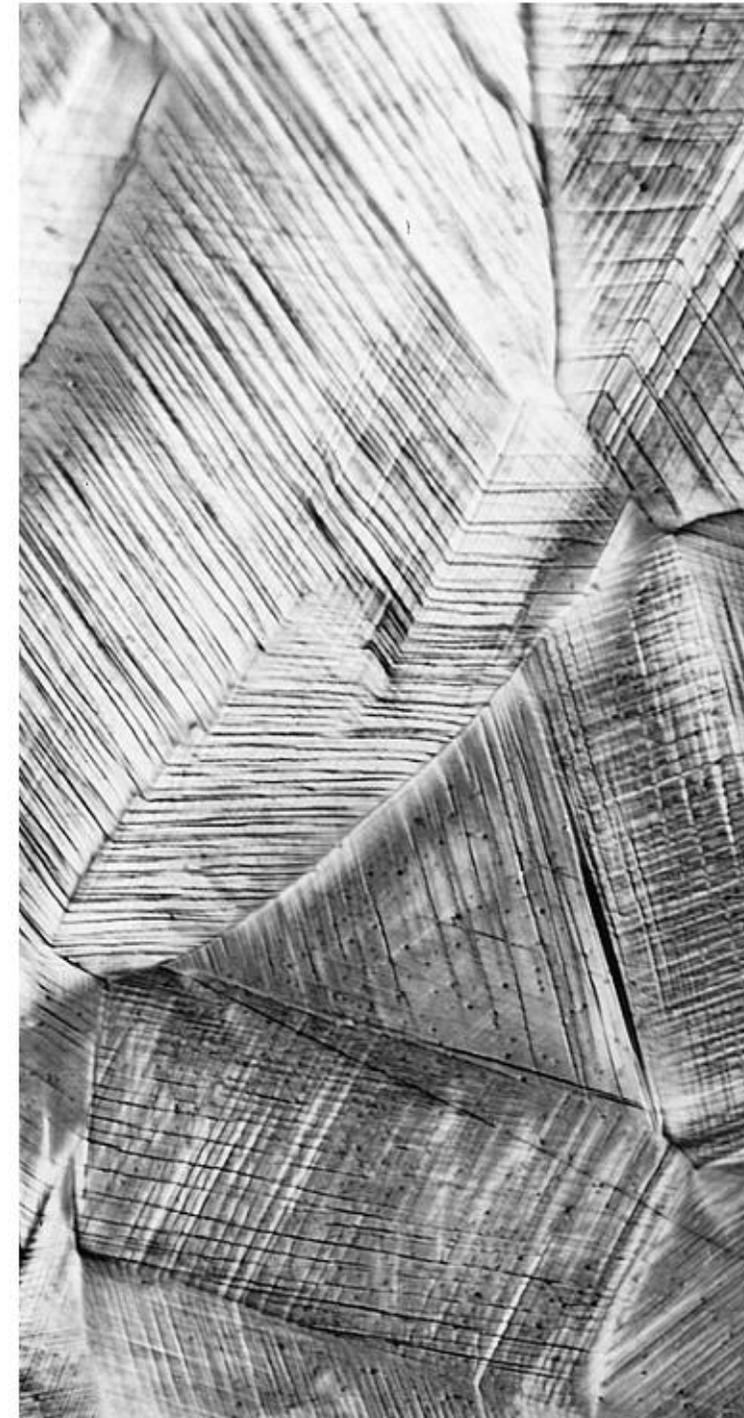
Batas butir merupakan penghambat pergerakan dislokasi, karena :

- antar butir satu dengan yang lainnya mempunyai arah kristalografi yang tidak sama
- di batas butir, terdapat ketidakteraturan susunan atom sehingga terbentuk diskontinuitas sistem slip antar butir

Pergerakan dislokasi antar butir



Dari penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa penguatan dapat dilakukan dengan cara menghaluskan butir karena semakin halus ukuran butir menyebabkan semakin banyaknya keberadaan batas butir di suatu logam



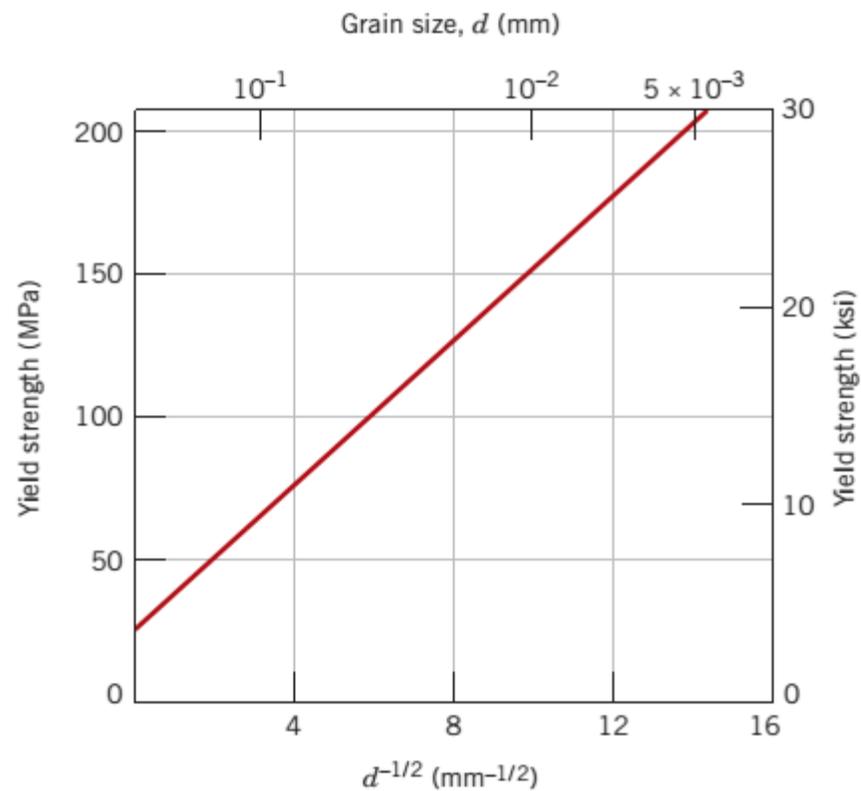


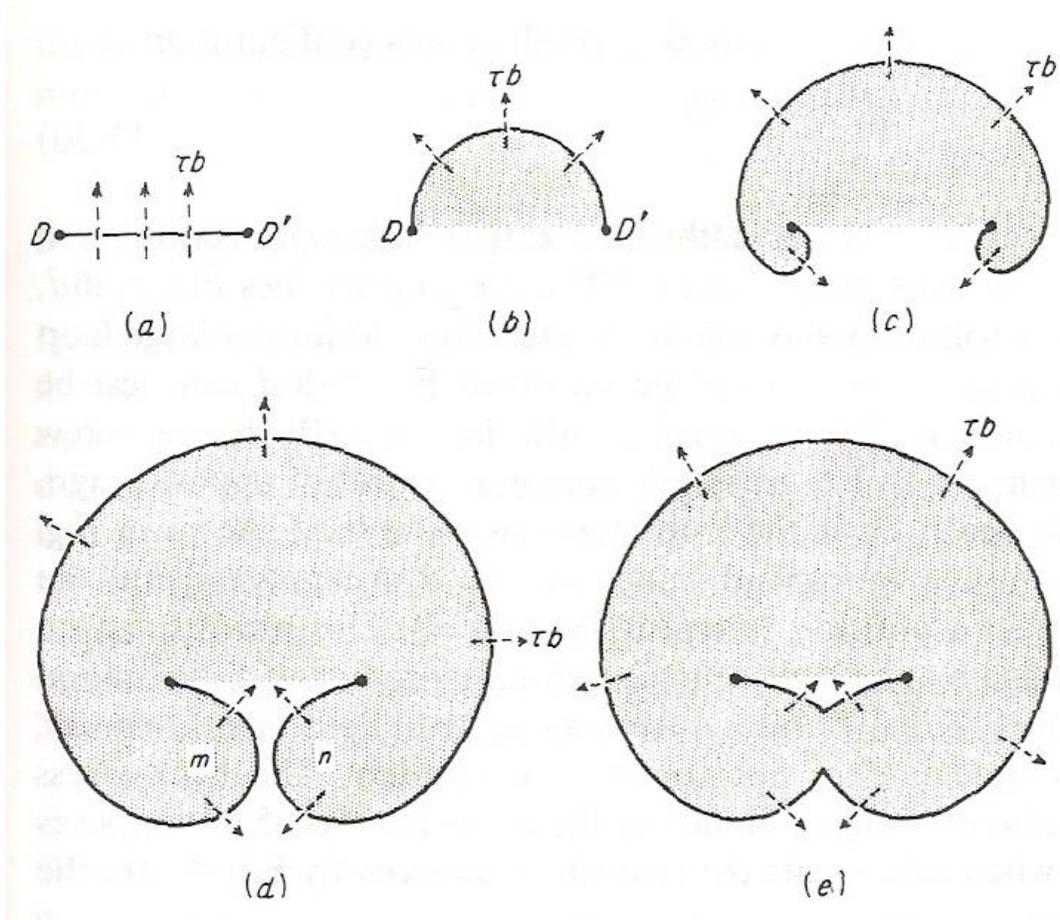
Figure 7.15 The influence of grain size on the yield strength of a 70 Cu–30 Zn brass alloy. Note that the grain diameter increases from right to left and is not linear. (Adapted from H. Suzuki, “The Relation Between the Structure and Mechanical Properties of Metals,” Vol. II, *National Physical Laboratory, Symposium No. 15*, 1963, p. 524.)

b. Penguatan/pengerasan regangan

- Logam meningkat kekerasannya jika mengalami pengerjaan dingin (deformasi plastis yang dilakukan di bawah temperatur rekristalisasi)
- Peningkatan kekerasan tersebut disebabkan karena pada saat pengerjaan dingin terjadi peningkatan jumlah dislokasi
- Tingginya peningkatan kekuatannya dipengaruhi oleh besarnya deformasi plastis



Model pertambahan jumlah dislokasi setelah dilakukan deformasi plastis



Titik D dan D' merupakan pengahambat gerakan dislokasi



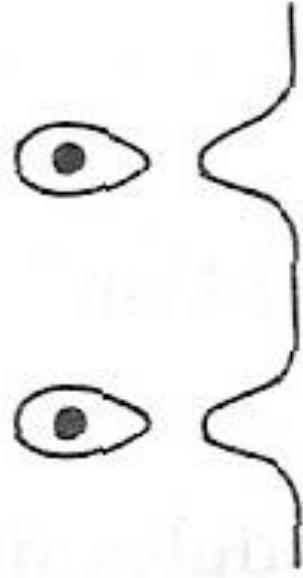
(1)



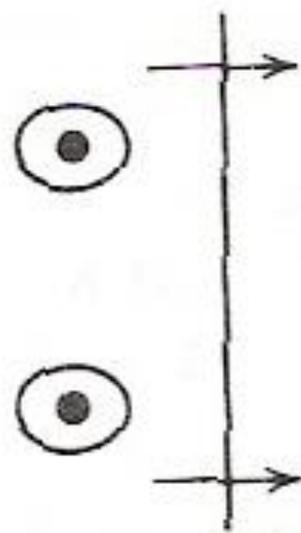
(2)



(3)

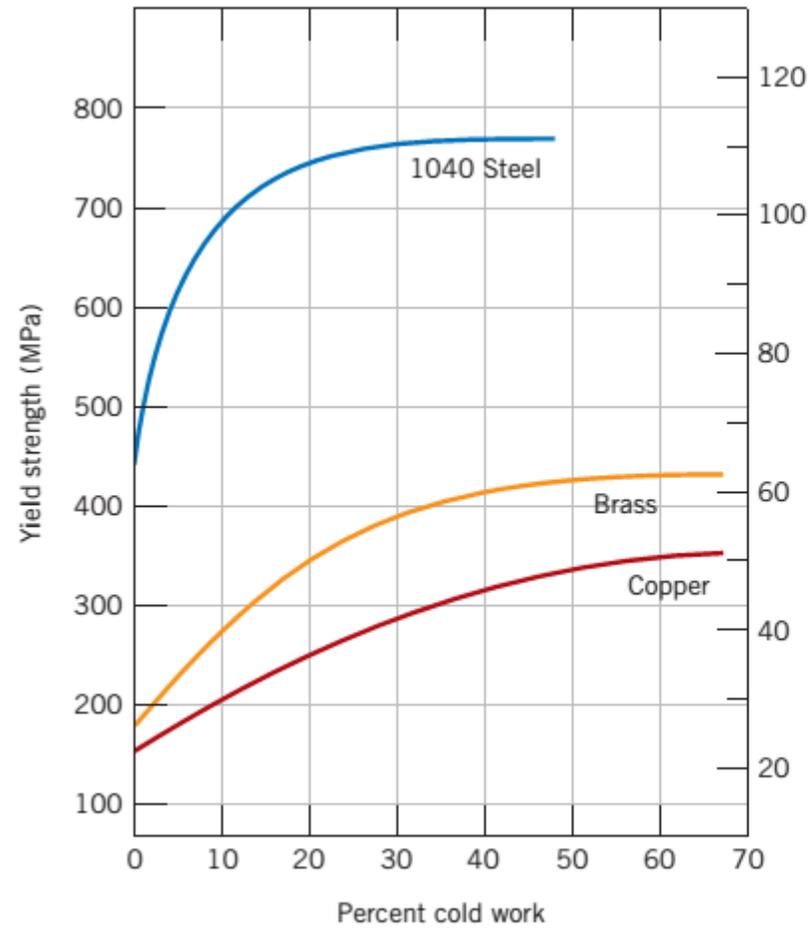


(4)

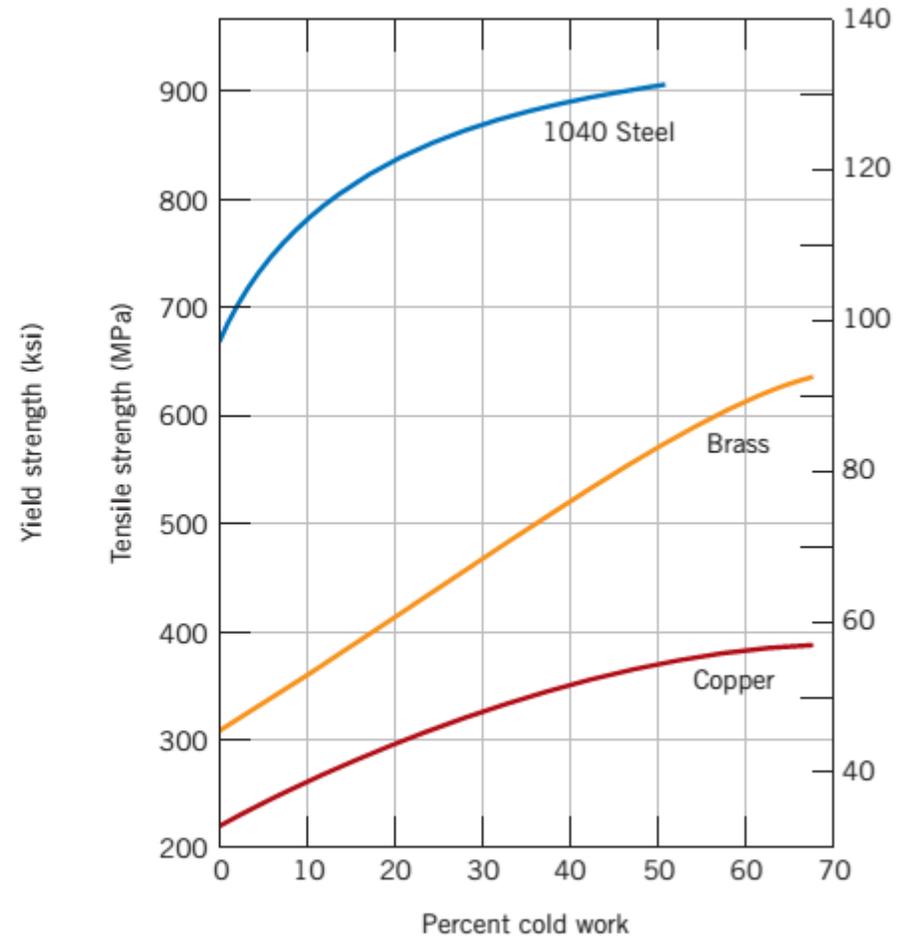


(5)

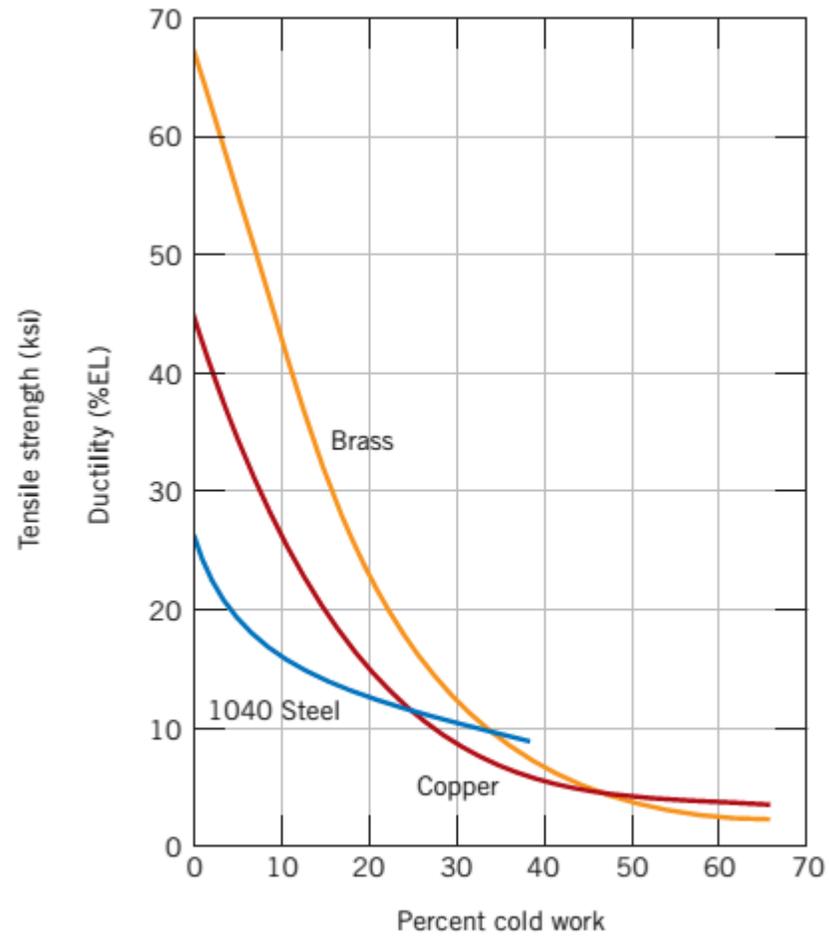
Pengaruh besarnya deformasi plastis terhadap kekuatan dan keuletan logam



(a)



(b)



(c)

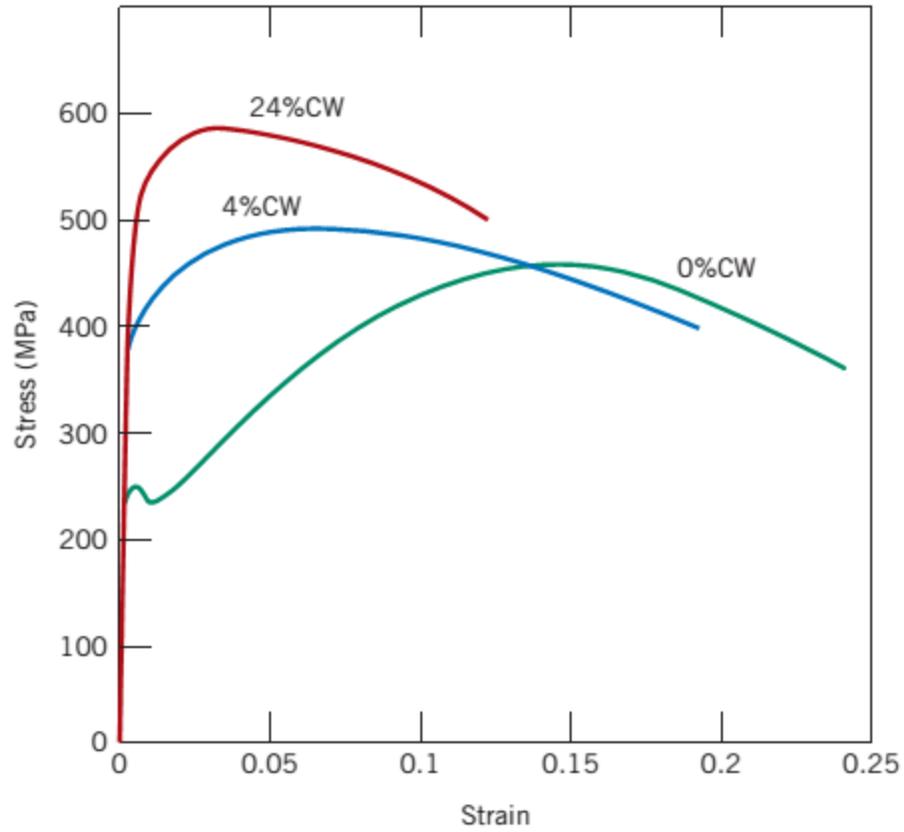
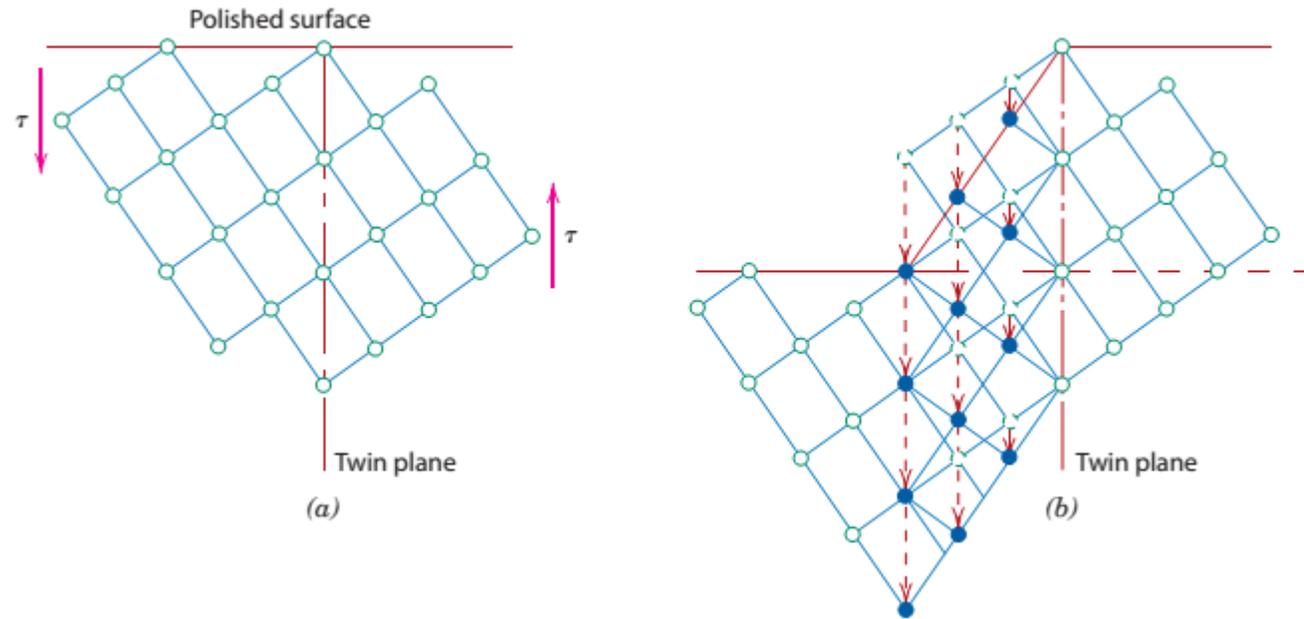
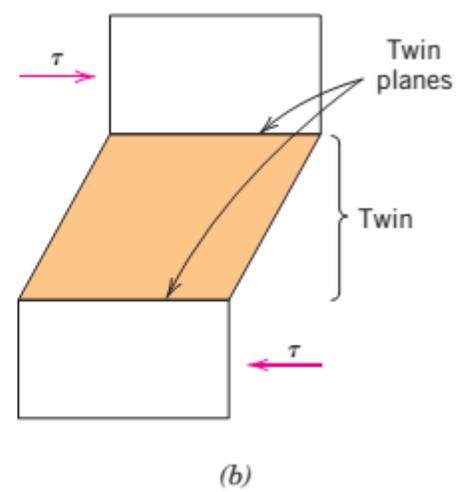
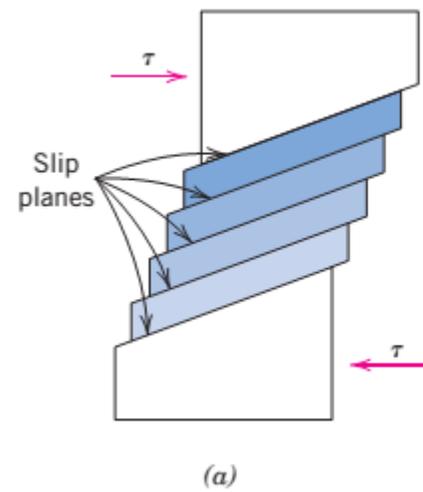
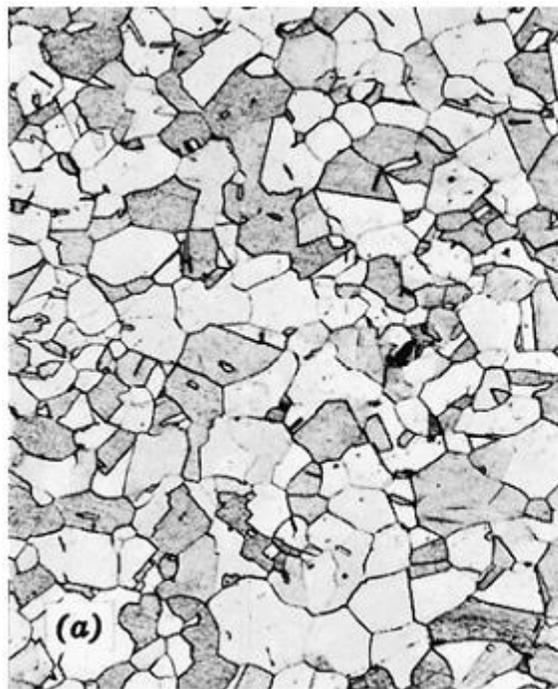


Figure 7.20 The influence of cold work on the stress-strain behavior of a low-carbon steel; curves are shown for 0% CW, 4% CW, and 24% CW.

Deformasi plastis melalui terbentuknya kembaran



Perubahan bentuk yang terjadi relatif lebih kecil dibandingkan dengan deformasi plastis melalui slip



Tugas 1

**Jawablah pertanyaan di buku “Materials Science and Engineering – An Introduction” –
Karangan William D Callister, Jr – soal :**

- 1) 4.22**
- 2) 7.16**
- 3) 7.17**
- 4) 7.19**