

DEFORMASI PLASTIS BAHAN POLIKRISTAL

Deformasi dan slip pada bahan polikristal lebih kompleks. Polikristal terdiri dari banyak butiran (grain) yang arah slip berbeda satu sama lain. Gerakan dislokasi pada satu butir terjadi pada bidang yang lebih disukai ($\tau_{r \max}$).

Deformasi plastis secara keseluruhan terjadi pada masing – masing butiran, namun butiran tidak robek atau terbuka, namun tetap utuh, hanya bentuk butir yang berubah.

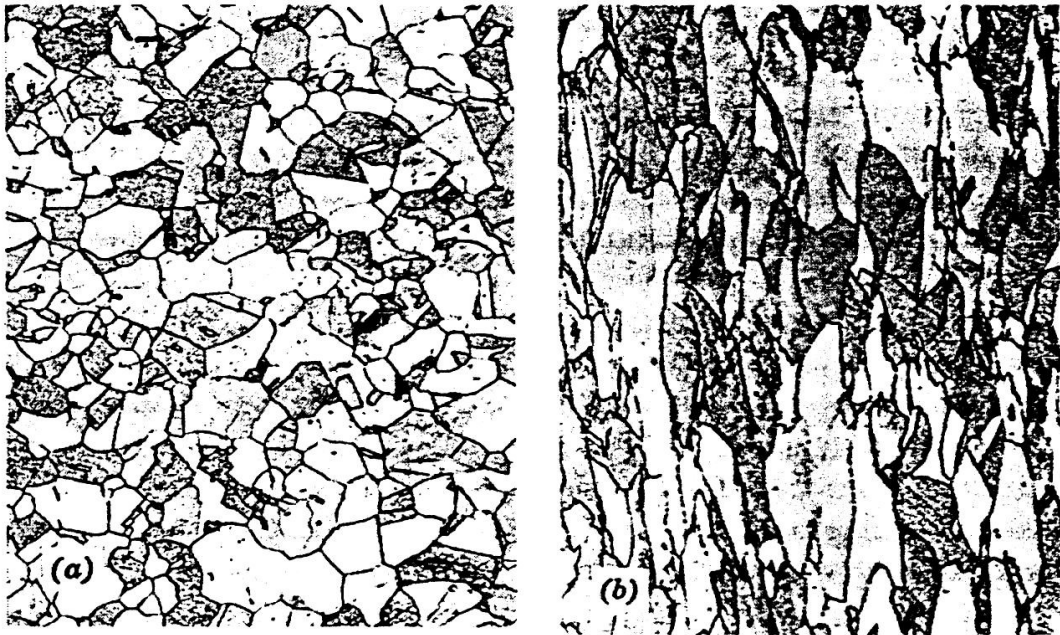
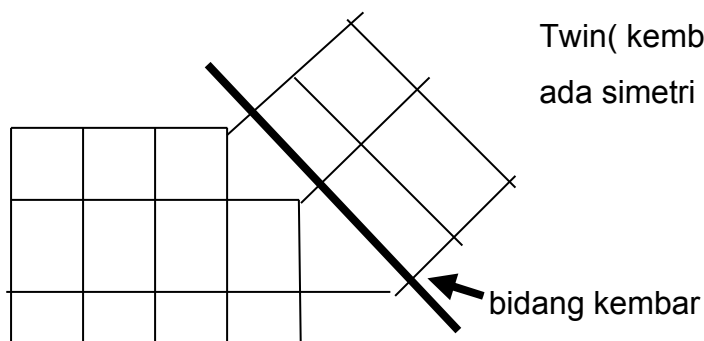


FIGURE 7.11 Alteration of the grain structure of a polycrystalline metal as a result of plastic deformation. (a) Before deformation the grains are equiaxed. (b) The deformation has produced elongated grains. 170 \times . (From W. G. Moffatt, G. W. Pearsall, and J. Wulff, *The Structure and Properties of Materials*, Vol. I, *Structure*, p. 140. Copyright © 1964 by John Wiley & Sons, New York. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.)

DEFORMASI KARENA TWINNING (STRUKTUR KEMBAR)



Twin(kembar) adalah :
ada simetri cermin antara dua butir

Deformasi karena twinning adalah deformasi yang terjadi karena terbentuknya twin karena gaya geser yang diberikan (gb atas)

Jumlah deformasi twin pada keseluruhan deformasi biasanya sedikit dibandingkan dengan slip.

MEKANISME PENGUATAN PADA LOGAM

Ahli metalurgi dan material sering dihadapkan pada kebutuhan bahan yang mempunyai sifat kekuatan tinggi, ulet dan tangguh. Namun biasanya membuat bahan yang mempunyai kekuatan tinggi akan menurunkan keuletan.

Mekanisme penguatan bahan berhubungan dengan gerak dislokasi dan sifat mekanik.

- ❖ Kemampuan metal berdeformasi plastis tergantung pada kemampuan dislokasi bergerak.
- ❖ Kekerasan dan kekuatan berhubungan dengan berkurangnya deformasi plastis yang terjadi.
- ❖ Makin gampang terjadinya deformasi plastis, makin gampang logam dibentuk.

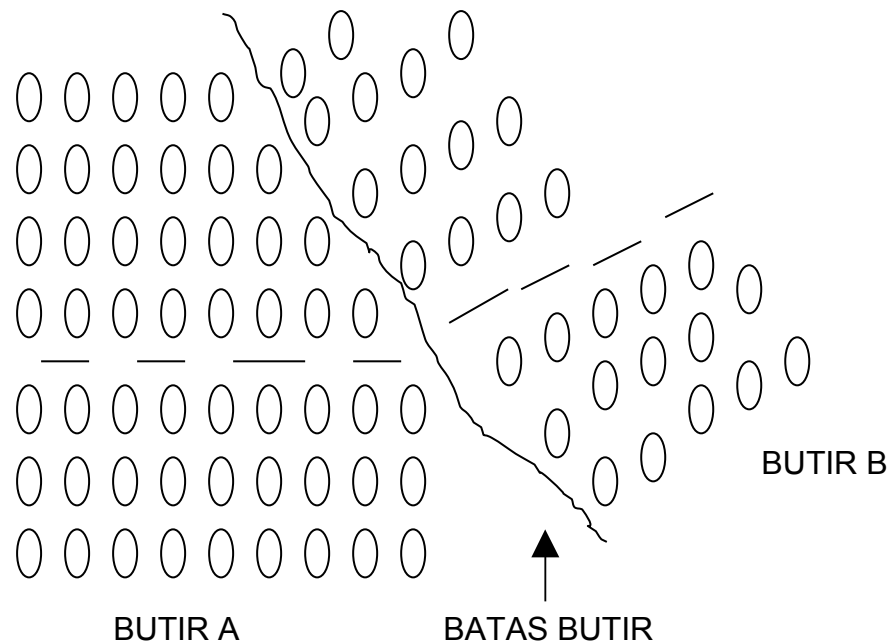
Teknik penguatan bahan bergantung kepada prinsip :

- ✎ Dengan menghambat gerak dislokasi maka material akan menjadi lebih kuat dan keras.

Teknik penguatan dilakukan dengan cara :

- Pengurangan ukuran butir
- Pemaduan solid – solution
- Pengerasan regangan (strain hardening)

PENGUATAN DENGAN PENGURANGAN UKURAN BUTIR



Pada saat deformasi plastis, slip atau dislokasi gerakannya akan menyeberang melewati batas butir, katakan dari butir a ke butir b. Dalam hal ini batas butir berfungsi sebagai penghalang karena dua alasan :

- 1) Karena dua butir mempunyai orientasi yang berbeda, dislokasi yang akan menyeberang ke b akan mengalami gerakan dengan arah yang berbeda. Hal ini menjadi lebih sulit ketika perbedaan orientasi menjadi lebih besar.
- 2) Ketidak teraturan susunan atom didalam butir akan mengakibatkan terputusnya bidang yang lain.

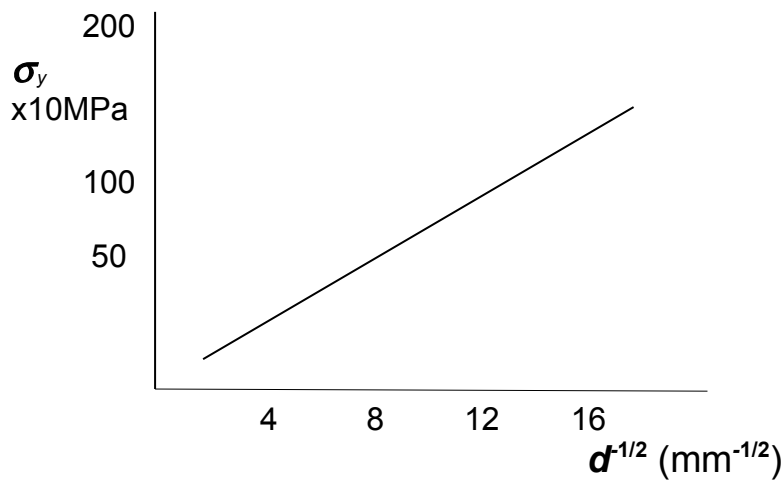
Perlu dicatat bahwa apa bila perbedaan sudut orientasi begitu besar adalah tidak mungkin bagi dislokasi bergerak melewati batas butir.

Material yang mempunyai butir yang halus atau kecil akan lebih kuat dan keras dibandingkan dengan yang mempunyai butir besar karena butir halus mempunyai total luas batas butir yang lebih besar yang akan menghambat gerakan dislokasi.

$$\sigma_y = \sigma_0 + k_y d^{1/2}$$

d = diameter butir rata – rata

σ_0, k_y = Konstanta

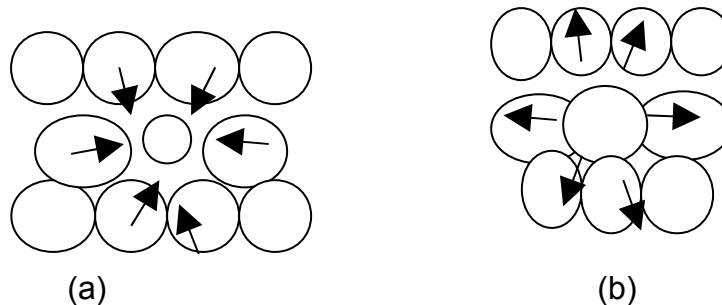


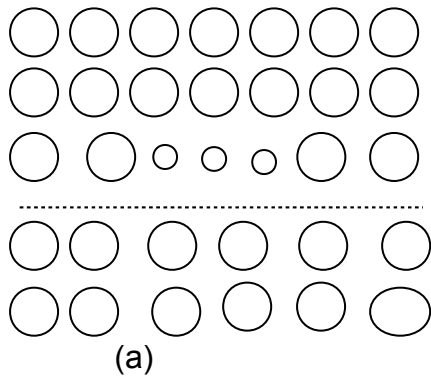
Bahan : 70 Cu – 30 Zn Brass Alloy.

PENGERASAN SOLID – SOLUTION

Solid solution (larutan padat) dibentuk ketika atom cair ditambahkan ke material induk, sementara struktur kristal dijaga sehingga tidak terbentuk struktur kristal baru.

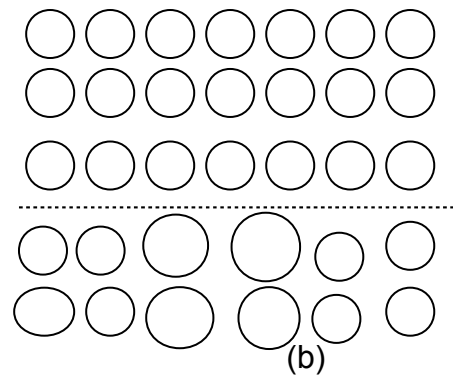
Salah satu teknik pengerasan bahan adalah memadukan atau mencampurkan atom – atom asing / pengotor (pengerasan solid – solution). Logam dengan kemurnian tinggi umumnya lebih lunak dan lebih lemah. Dengan menaikkan bahan pengotor akan menaikkan kekuatan tarik dan kekerasan. Atom pengotor / paduan akan memasuki area di dekat dislokasi sehingga akan menurunkan regangan tarik (atau tekan). Hal ini akan mengakibatkan dislokasi akan lebih sulit bergerak.





(a)

Ukuran atom pengotor lebih kecil



(b)

Ukuran atom pengotor lebih besar

STRAIN HARDENING

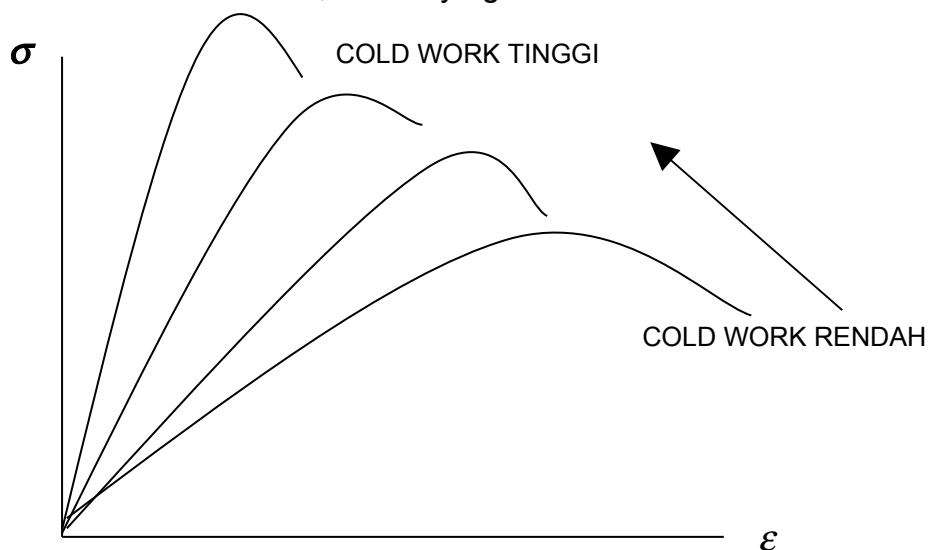
Strain hardening : adalah fenomena dimana logam ulet menjadi lebih keras dan lebih kuat

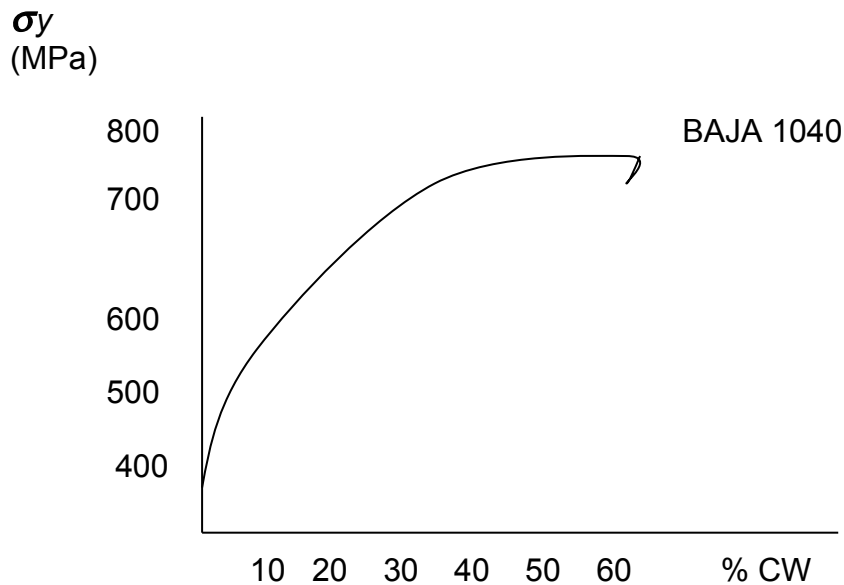
Disebut juga work hardening (pengerasan kerja) atau disebut juga cold working (pengerjaan dingin). karena temperatur terjadinya deformasi adalah rendah (jauh dibawah titik leleh).

$$\%CW = \left| \frac{A_0 - A_d}{A_0} \right| \times 100$$

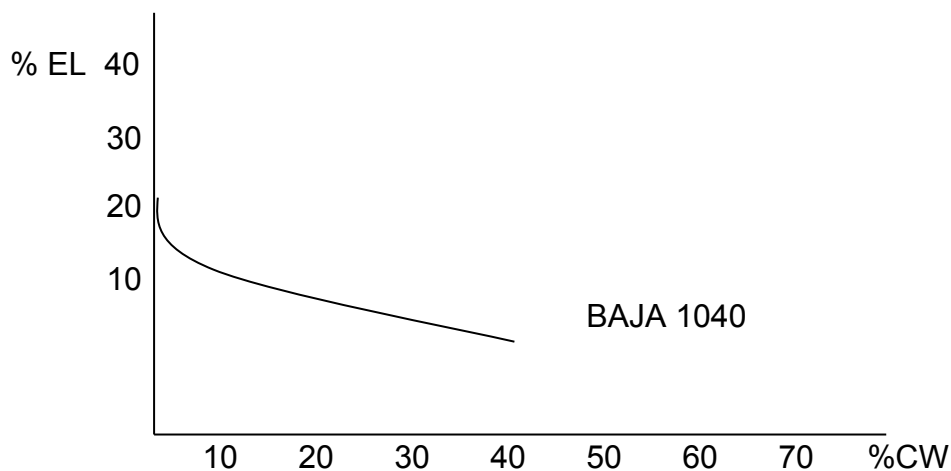
$\%CW =$ persen pengerjaan
 $A_0 =$ luas penampang mula-mula
 $A_d =$ luas penampang

Ketika logam mengalami pengerjaan dingin, maka kerapatan dislokasi naik dan jarak antar dislokasi menjadi lebih dekat. Regangan antar dislokasi-dislokasi tolak menolak, akibatnya gerakan dislokasi terhambat.





grafik kekuatan luluh vs persen pekerjaan dingin untuk baja 1040



grafik keuletan vs persen pekerjaan dingin untuk baja 1040

RECOVERY, REKRISTALISASI DAN PERTUMBUHAN

RECOVERY

Recovery (penyembuhan) adalah pelepasan energi regangan didalam bahan karena gerakan diskolasi (karena gaya yang diberikan) disebabkan oleh difusi atom yang meningkat pada temperatur yang lebih tinggi.

sebagian energi regangan dilepaskan → jumlah diskolasi turun, konduktivitas listrik dan thermal menjadi lebih baik. seperti keadaan sebelum dilakukan pengerjaan dingin.

REKRISTALISASI

Walaupun “recovery” telah selesai, butir masih memiliki energi regangan yang tinggi. rekristalisasi adalah pembentukan butiran “equiaxed” (bulat) baru yang bebas dari energi regangan dan mempunyai kerapatan dislokasi rendah. karakteristiknya seperti kondisi sebelum dilakukan pengerjaan dingin. gaya penggerak terbentuknya butir baru adalah karena perbedaan energi dalam antara material yang bebas energi regangan dengan yang mempunyai energi regangan.

Rekristalisasi \longrightarrow sifat-sifat mekanik kembali seperti kondisi sebelum dilakukan pengerjaan dingin.

Rekristalisasi bergantung atas waktu dan temperatur.

PERTUMBUHAN BUTIR (GRAIN GROWTH)

Setelah rekristalisasi selesai, butir yang terbentuk akan terus tumbuh atau membesar jika temperatur logam tetap dijaga, fenomena ini disebut pertumbuhan butir. Pertumbuhan butir terjadi karena berpindahannya batas butir. Tidak semua butir menjadi besar, tetapi butir besar tumbuh seiring menghilangnya butir lebih kecil.

Untuk bahan polikristal :

$$d^n - d_o^n = K_t$$

Dimana :

d_o = diameter butir awal pada $t=0$

K, n = konstanta (tidak bergantung pada waktu)

$n > 2$