

# PROSES REKRISTALISASI

## Program Studi: Teknik Mesin



Dosen Pengampu :

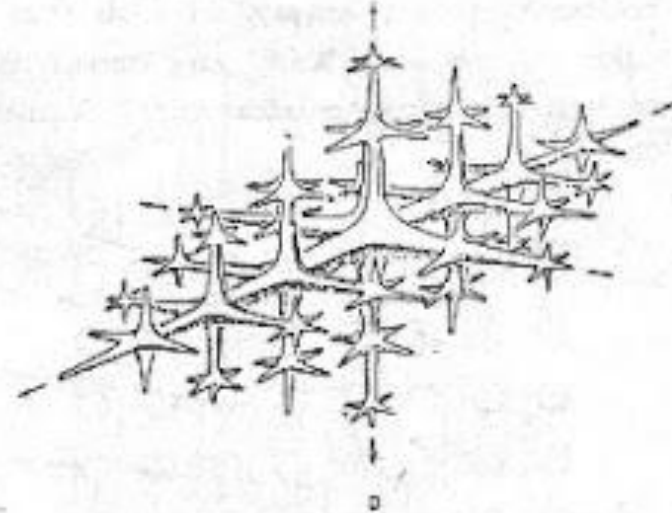
- 1). Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti M.Si, IPM, ASEAN Eng.
- 2). Victor Danny Waas, ST., MT.

# Rekristalisasi

- Logam yang terdeformasi kristalnya mengalami distorsi, di dalam kristal menjadi banyak slip dan terdapat banyak dislokasi, susunan atom tidak lagi teratur seperti yang seharusnya. Pada temperatur rendah atom-atom itu tidak dapat kembali pada posisi yang seharusnya.
- Bila logam yang terdeformasi ini dipanaskan maka atom dalam butiran kristal yang terdistorsi tersebut akan memperoleh energi untuk menyusun diri kembali menjadi kristal yang sempurna. Secara bertahap atom-atom tersebut akan membentuk kristal baru yang tidak lagi terdistorsi, proses ini dinamakan **rekristalisasi**.
- Rekristalisasi adalah pertumbuhan butir baru pada material seiring dengan pertambahan temperatur.
- Rekristalisasi biasanya disertai dengan pengurangan kekuatan dan kekerasan material dan peningkatan keuletan secara simultan.

# Mekanisme Rekristalisasi

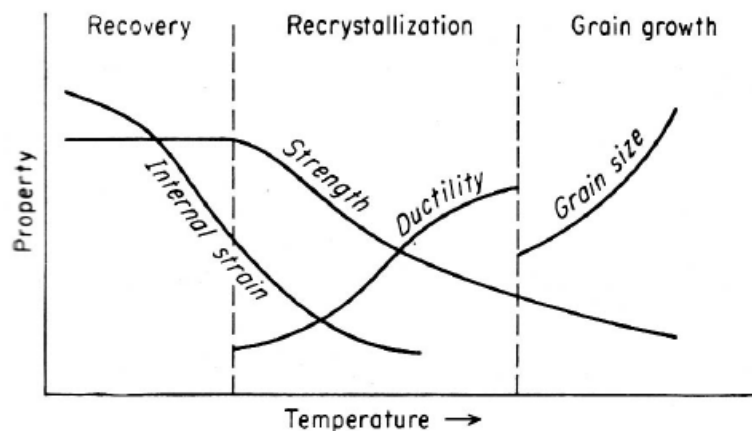
- Seperti halnya kristalisasi, rekristalisasi berlangsung dengan mekanisme pengintian (*nucleation*) dan pertumbuhan butir (*grain growth*), dimulai dengan pengintian diikuti dengan pertumbuhan butir



(A), (B) dan (C) menunjukkan 3 tahapan pembekuan dendritik suatu logam murni.

(D) gambaran 3 dimensi dari dendrit yang sedang tumbuh

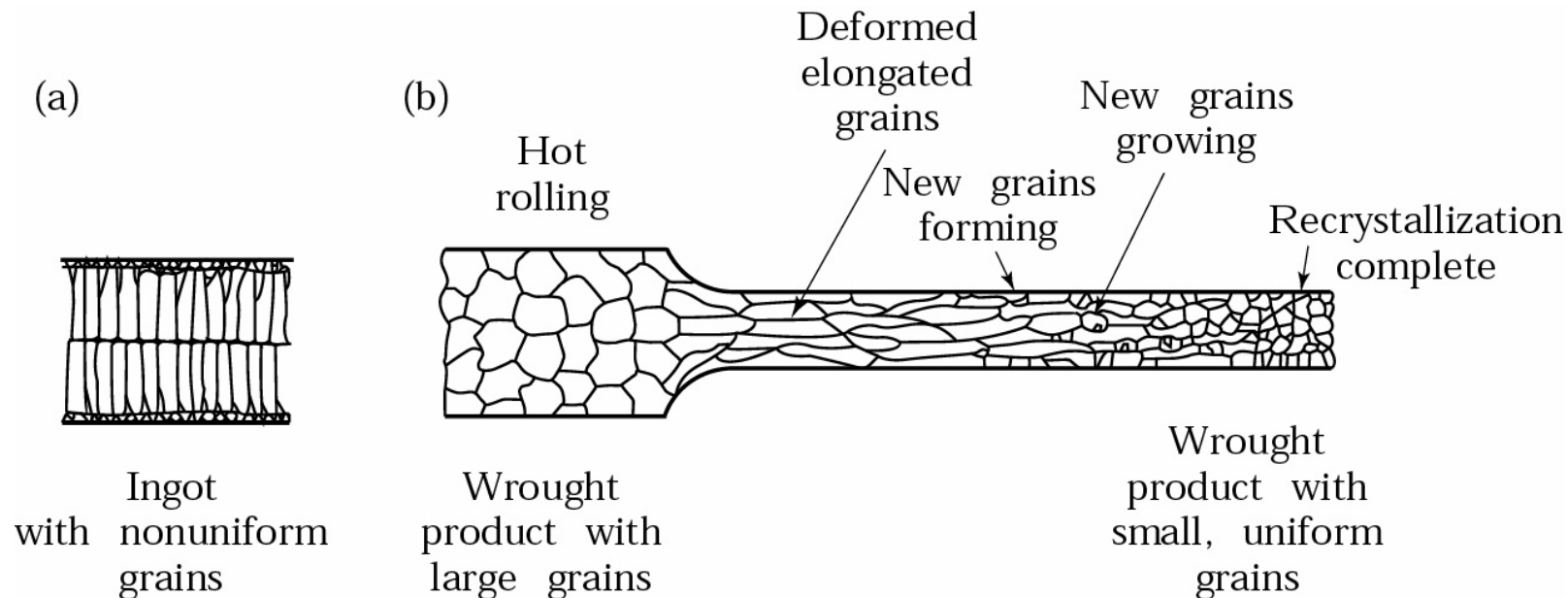
- Sebelum terjadi rekristalisasi terlebih dulu terjadi **recovery**, lepasnya tegangan dalam yang berupa tegangan elastis dalam kristal.
- Selama proses deformasi sebenarnya ada sebagian atom yang tergeser dari posisinya tetapi belum melepas ikatannya dengan atom pasangannya.
- Seharusnya atom-atom ini akan kembali ke posisinya semula bila pengerjaan selesai, tetapi ternyata tidak dapat kembali karena terkunci oleh kristal lain. Tegangan inilah yang akan hilang pada awal pemanasan (**recovery**).

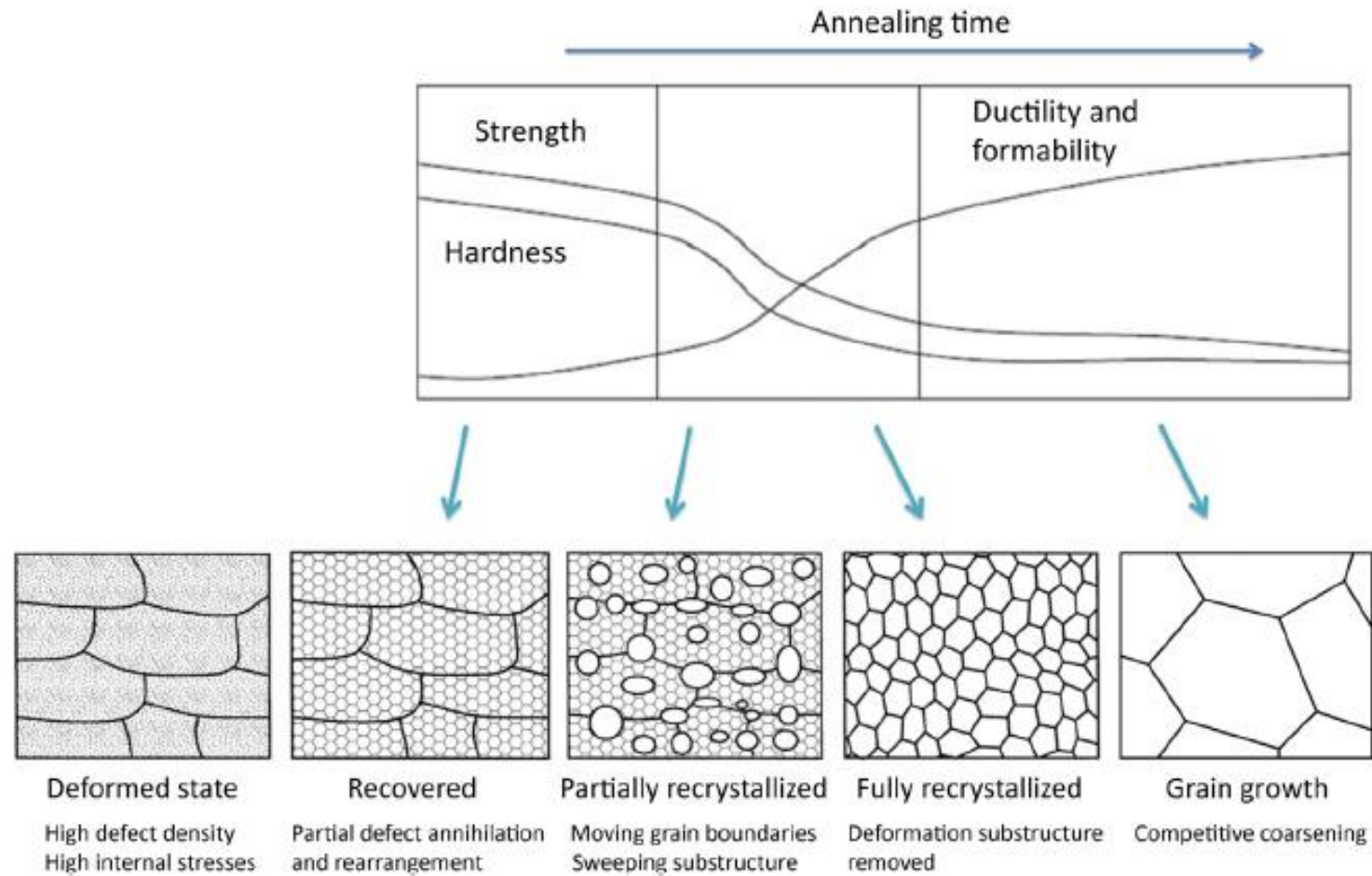


Gbr.4.2 Perubahan sifat-sifat mekanis logam akibat pemanasan: recovery dan rekristalisasi

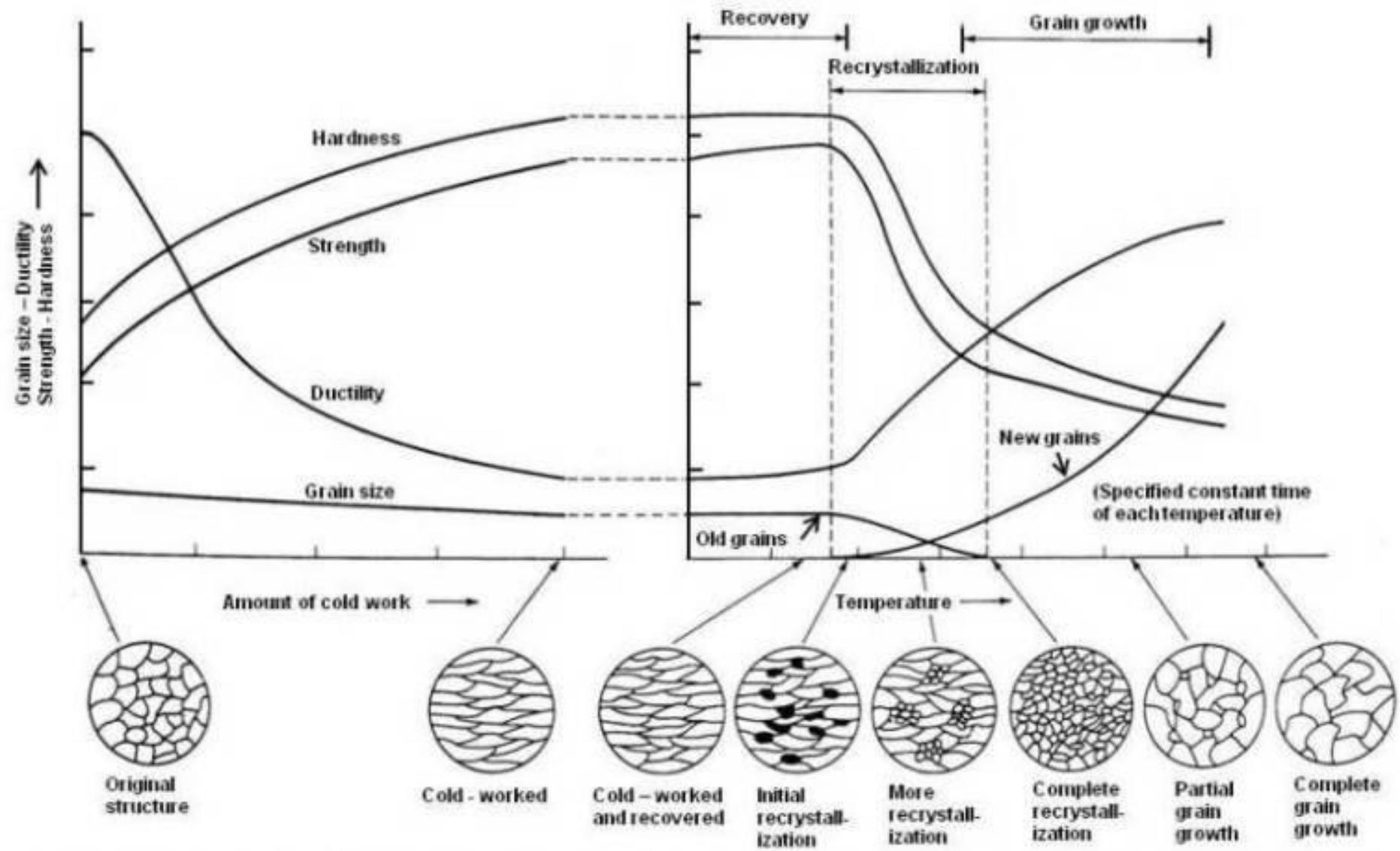
- **Recovery**: pulihnya sifat-sifat fisik logam yang telah dideformasi tanpa ada perubahan mikrostruktur yang berarti.
- **Recrystallization= rekristalisasi**: proses pengaturan dan pembentukan kembali kristal-kristal
- **Grain growth=pertumbuhan butir**: terjadi bila dipanaskan lama di atas suhu rekristalisasi.

- Dengan berlangsungnya rekristalisasi selain terjadi perubahan kristal juga akan terjadi perubahan sifat mekanik.
- Pada tahap *recovery* belum tampak ada perubahan struktur kristal, sehingga juga belum ada perubahan sifat.
- Perubahan sifat mulai terjadi pada saat memasuki tahap rekristalisasi, kekuatan dan kekerasan mulai turun sedang keuletan akan naik (kekuatan, kekerasan dan keuletan ini adalah yang diukur setelah logam didinginkan).
- Perubahan tersebut masih berlangsung terus sampai tahap *grain growth*, tahapan dimana butiran baru berkembang jadi lebih besar.



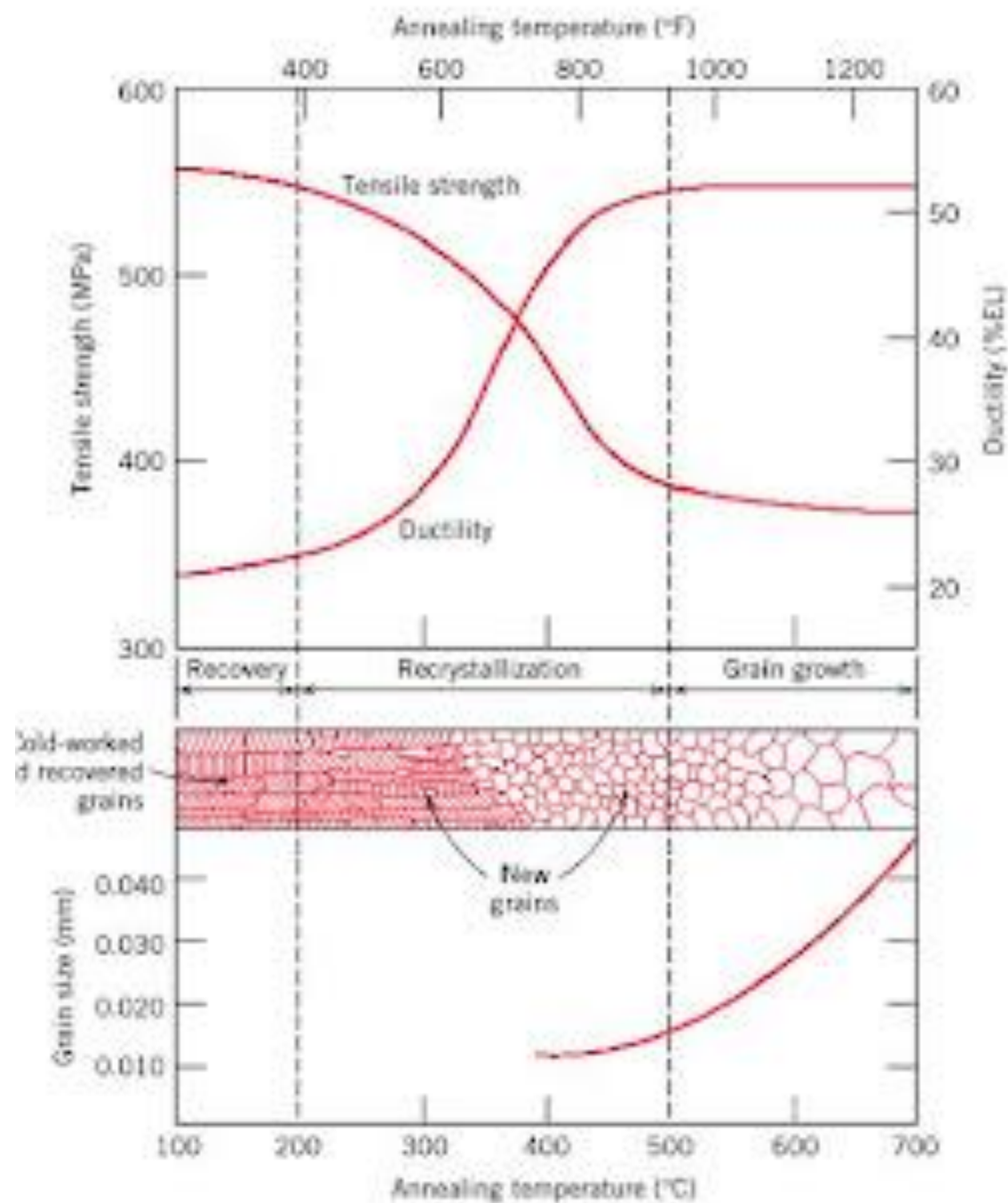


**Figure 1** Schematic diagram illustrating the most generic steps during recovery, static primary recrystallization, and grain growth.



Schematic Representation of the Cold-worked and Anneal Cycle showing the effects on Properties and Microstructure

## Recrystallization and Grain Growth in Brass



Cold-worked (33% CW)



3s at 580 C: initial recrystallization



4s at 580 C: partial replacement



8s at 580 C: complete recrystallization



15 min at 580 C: grain growth



10 min at 700 C: grain growth



## Faktor-faktor yang Mempengaruhi Rekristalisasi

1. Jumlah Deformasi, semakin besar jumlah deformasi semakin mudah rekristalisasi terjadi.
2. Temperatur, semakin tinggi temperatur maka material lebih cepat mencapai rekristalisasi.
3. Waktu, semakin lama waktu rekristalisasi maka presentasi yang terkristalisasi juga semakin banyak.
4. Ukuran Butir, semakin kecil ukuran butir awal, maka makin banyak batas butir, maka setelah deformasi akan mudah terjadi rekristalisasi.
5. Komposisi (Paduan), rekristalisasi mudah terjadi pada paduan dibandingkan pada logam murni.

# Pengerjaan Dingin dan Pengerjaan Panas

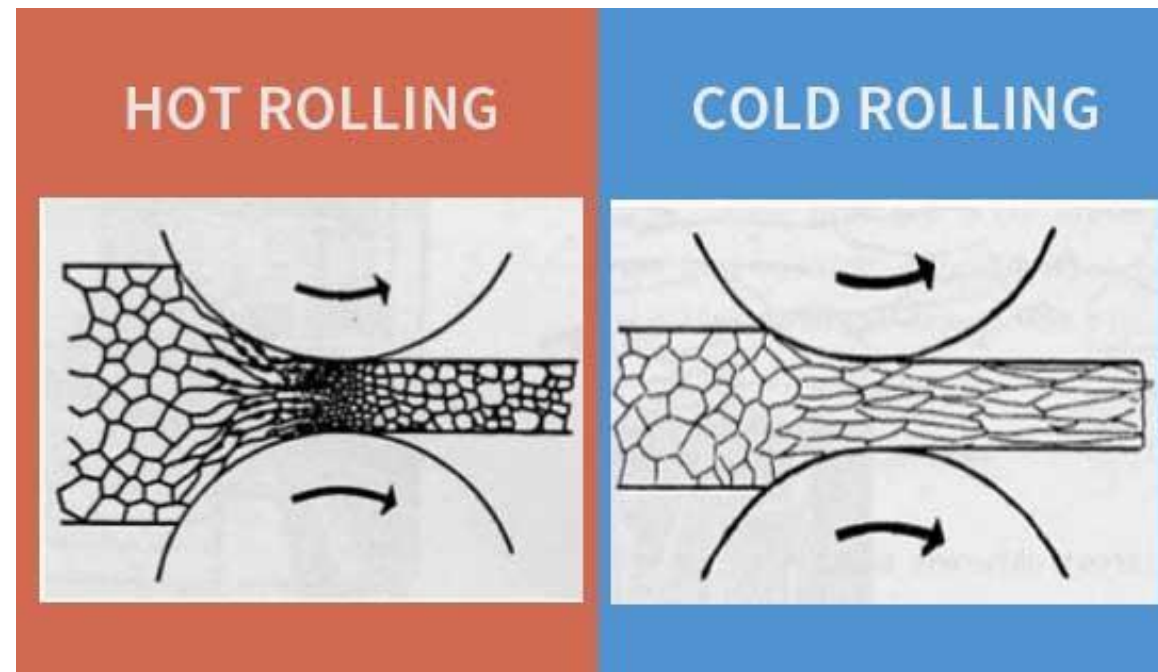
## **PENGERJAAN PANAS**

- ☞ **Dilakukan di atas temperatur rekristalisasi (baja sekitar 500° – 700°C);**
- ☞ **Diperlukan gaya yang lebih rendah;**
- ☞ **Perubahan sifat mekanik kecil :**
  - keuletan naik,
  - ketahanan terhadap impak naik.

## **PENGERJAAN DINGIN**

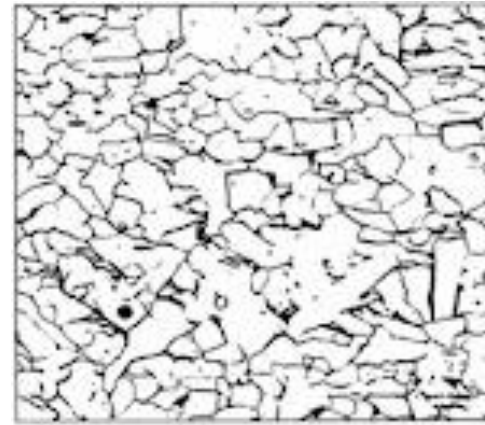
- ☞ **Dilakukan di bawah temperatur rekristalisasi;**
- ☞ **Diperlukan gaya yang lebih tinggi;**
- ☞ **Perubahan sifat mekanik besar :**
  - keuletan turun,
  - kekuatan dan kekerasan naik.

- Definisi teknis dari pengerjaan panas dan dingin mengacu pada suhu rekristalisasi logam.
- **Pengerjaan panas** terjadi ketika logam berubah bentuk di atas suhu rekristalisasi.
- Sebaliknya, **pengerjaan dingin** terjadi ketika logam dideformasi di bawah suhu rekristalisasi.

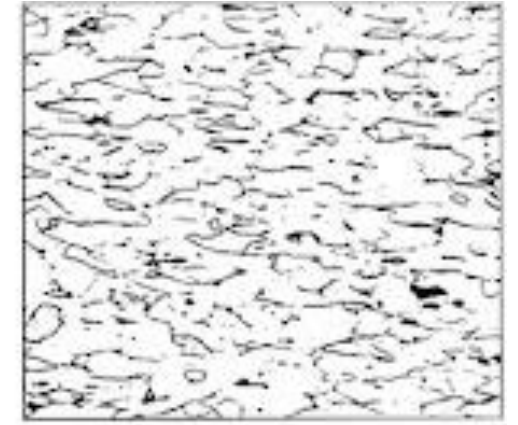


# Temperatur Rekristalisasi

- Temperatur rekristalisasi adalah temperatur pemanasan kembali dimana rekristalisasi tepat selesai dalam satu jam.
- Temperatur rekristalisasi selain tergantung pada jenis logamnya, juga tergantung pada derajat deformasi yang dialami sebelum pemanasan, makin tinggi derajat deformasi makin rendah temperatur rekristalisasinya.



(a)



(b)



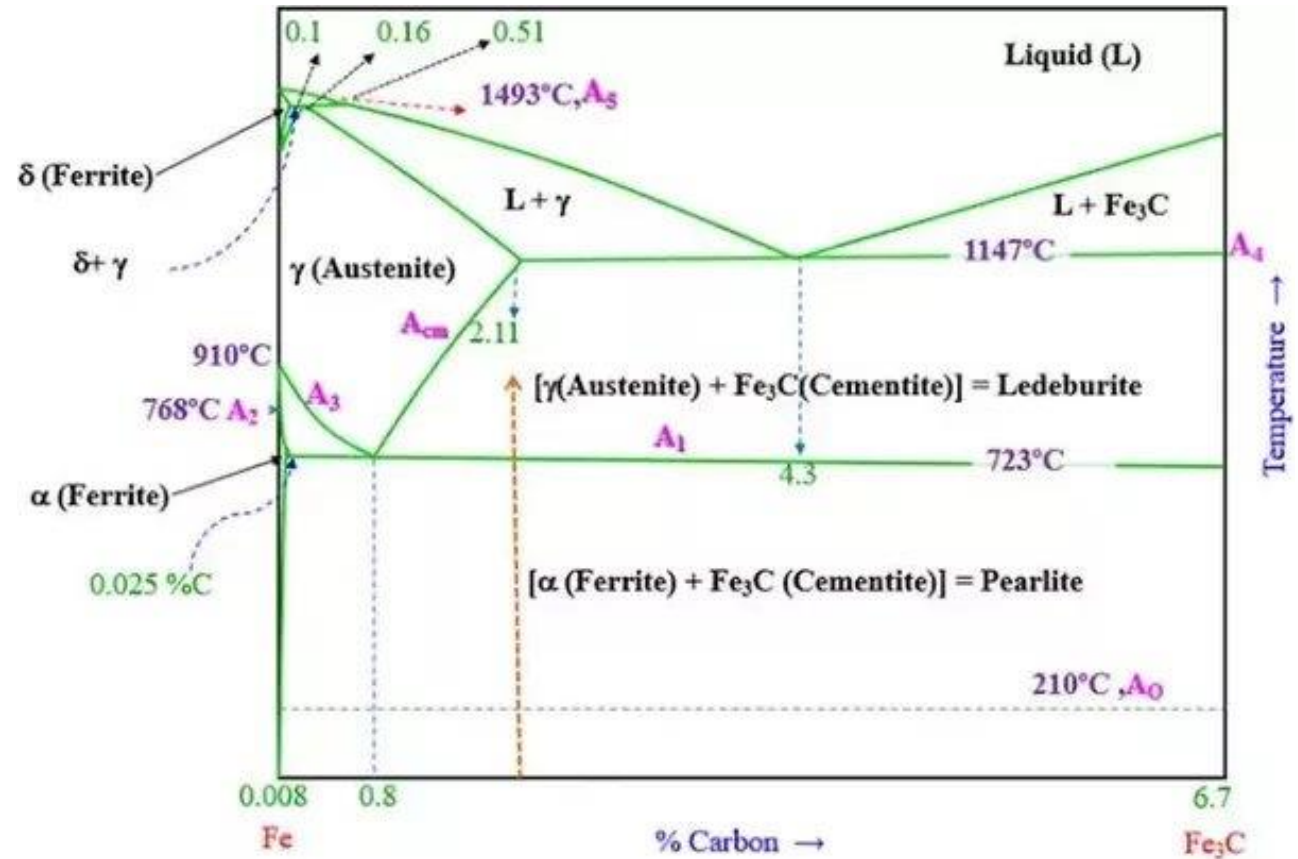
(c)



(d)

*The grain structure of a low carbon steel produced by cold working: (a) 10% cold work, (b) 30% cold work, (c) 60% cold work, and (d) 90% cold work*

- Temperatur rekristalisasi merupakan perubahan struktur kristal akibat pemanasan pada temperatur kritis di mana untuk temperatur kritis pada baja karbon adalah pada 723°C.
- Sehingga dapat diartikan lebih lanjut bahwa temperatur rekristalisasi adalah suatu proses dimana butir logam yang terdeformasi digantikan oleh butiran baru yang tidak terdeformasi yang intinya tumbuh sampai butiran asli termasuk didalamnya.



Untuk mengetahui temperatur rekristalisasi setiap logam digunakan rumus :

$$T_r = (0,4 - 0,5) T_M$$

$T_r$  = temperatur rekristalisasi

$T_M$  = temperatur cair logam (K)