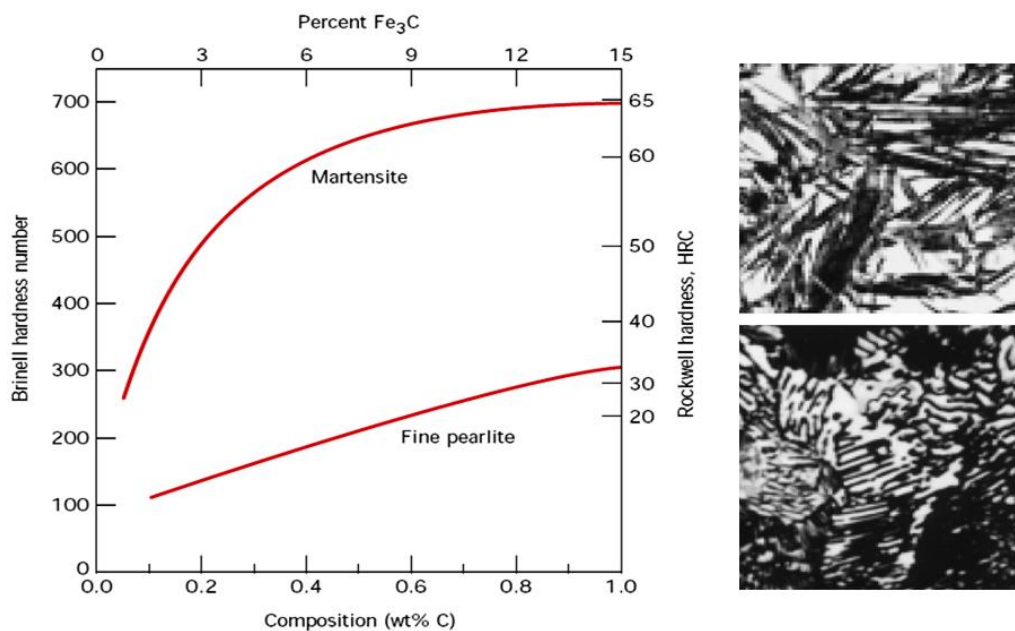


## Catatan Kuliah Struktur Sifat Material bagian 2

Dr. Ir. Raden Dadan Ramdan

### 2.3 Transformasi fasa kondisi tidak seimbang

Dalam prakteknya logam seringkali diberikan proses heat treatment dengan laju pendinginan yang tertinggi, seperti melalui medium air. Dalam kondisi ini, pertama akan dihasilkan struktur yang lebih keras dibandingkan dengan laju pendinginan yang lebih lambat (seperti di dalam tungku atau udara), keduanya karena laju pendinginan yang tinggi, maka tergolong kepada proses yang tidak seimbang, sehingga diagram fasa tidak bisa menjadi rujukan lagi. Gambar 15 dan Tabel 1 memberikan contoh perbandingan sifat mekanik dua fasa pada baja yaitu martensit (hasil pendinginan cepat) dan fine perlit (hasil pendinginan lambat). Martensit jauh lebih keras dan kuat dibandingkan dengan perlit. Pada Gambar 15 juga diberikan contoh struktur martensit (gambar atas) dan struktur perlit (gambar bawah), dimana struktur martensit mempunyai struktur yang lebih tajam dibandingkan dengan struktur perlit. Contoh nilai kekerasan fasa-fasa pada baja diberikan pada Tabel 2.



Gambar 16 Perbandingan karakteristik fasa Martensit dan fine perlit

### Tabel 1 Kekuatan luluh Perlit dan Martensit

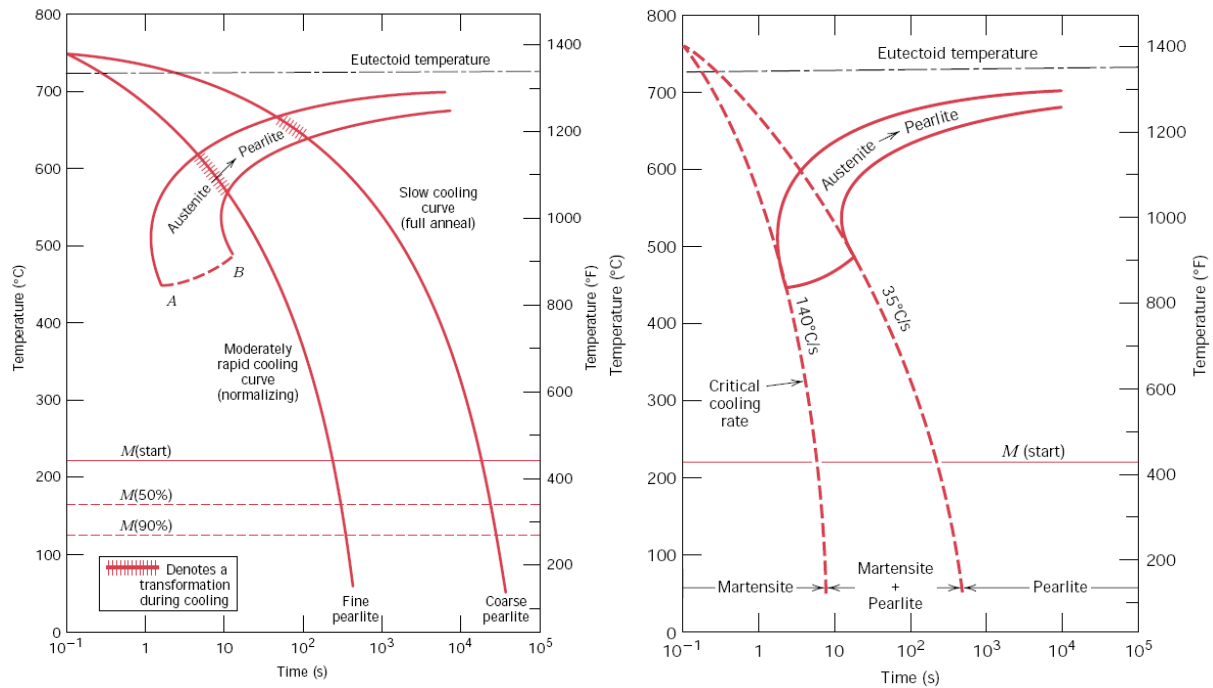
<b>Material</b>	<b>Microstructure</b>	<b>Yield Strength (MPa)</b>
<b>Steel (C=0.8%)</b>	<b>Pearlite</b>	<b>1200</b>
<b>Steel</b>	<b>Martensite</b>	<b>2000</b>

## **Tabel 2 Kekerasan Fasa-fasa pada baja**

TYPICAL VICKERS HARDNESS NUMBER [kg/mm<sup>2</sup>]

Austenite	400
Cementite	1100
Ferrite	80
Martensite	800
Pearlite	250
Bainite	485

Telah disebutkan sebelumnya, untuk pendinginan cepat yang bersifat tidak setimbang, diagram fasa tidak bisa dijadikan lagi rujukan. Untuk kondisi seperti ini, diagram jenis lain yang bisa dijadikan rujukan, yang disebut diagram CCT (continuous cooling transformation). Gambar 15 menunjukkan contoh diagram CCT untuk baja eutektoid dan pada kedua contoh tersebut diberikan contoh variasi laju pendinginan beserta fasa yang dihasilkannya. Berbeda dengan diagram fasa untuk baja, dimana kedudukan fasa-fasa sebagai fungsi dari temperatur dan komposisi, maka pada diagram CCT, kedudukan fasa-fasa diberikan sebagai fungsi dari temperatur dan waktu.



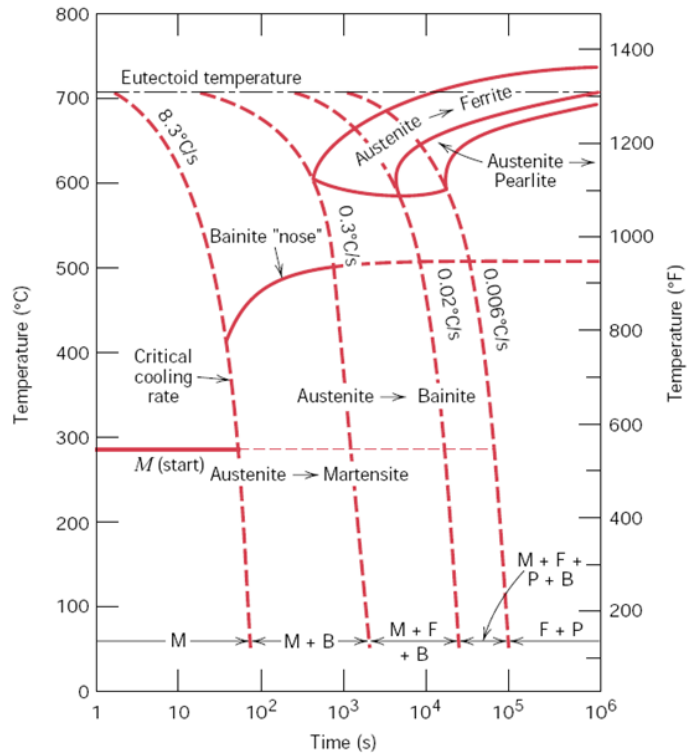
Gambar 17 Contoh diagram CCT untuk baja Eutectoid

Berbeda dengan diagram fasa, dimana satu diagram bisa berlaku untuk baja dengan komposisi yang berbeda-beda, maka satu diagram CCT hanya berlaku untuk satu jenis baja. Gambar 18 menunjukkan contoh diagram fasa untuk baja jenis lain dengan komposisi karbon 0.4%. Kalau dilihat dari diagram fasa, baja eutectoid tidak melewati daerah dua fasa ( $\gamma+\alpha$ ) saat pendinginan, sedangkan baja hypoeutectoid melewati daerah dua fasa tersebut. Sehingga pada diagram CCT untuk baja eutectoid (Gambar 17) tidak ada daerah dua fasa tersebut, sedangkan BAJA AISI 4340 pada Gambar 18 terdapat daerah tersebut. Diagram CCT sendiri memang memiliki hubungan dengan diagram fasa, seperti ditunjukkan pada Gambar 19, untuk konstruksi diagram CCT baja hypoeutectoid, eutectoid dan hypereutectoid.

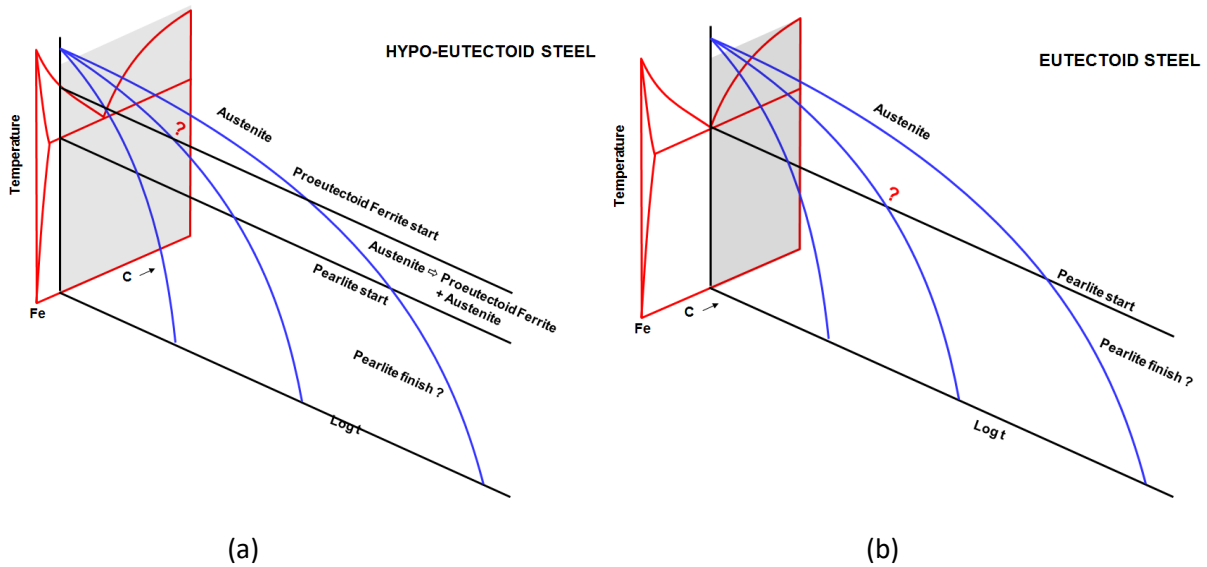
## CCT Diagram

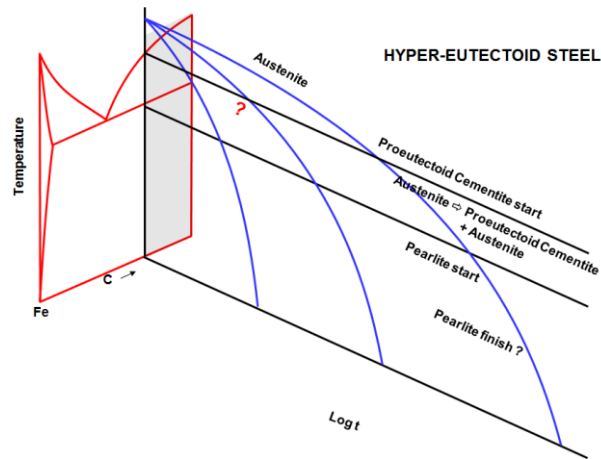
AISI 4340 Steel

0.4%C, 0.7%Mn,  
1.8%Ni, 0.8%Cr,  
0.25%Mo,



Gambar 18 Diagram CCT untuk baja AISI 4340

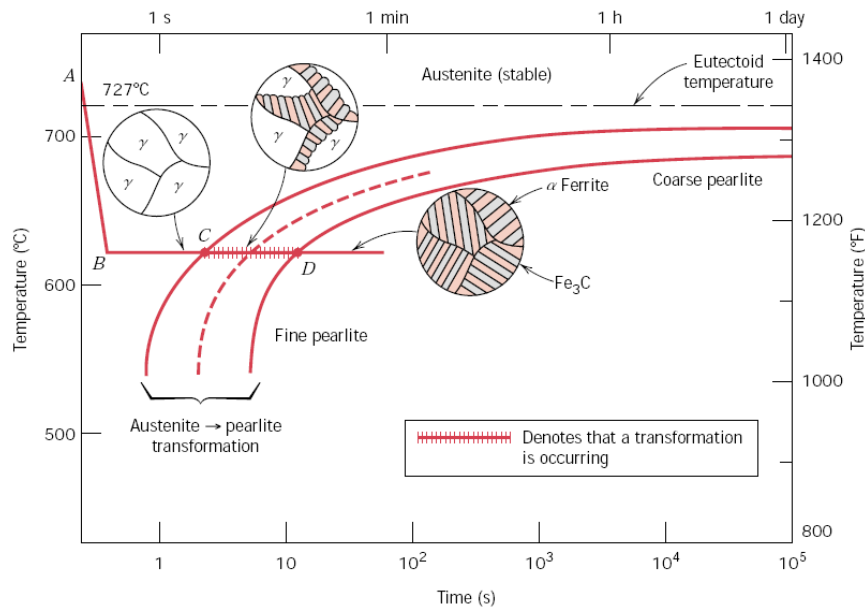




(c)

Gambar 19. Konstruksi diagram CCT Baja Hypoeutectoid (a), eutectoid (b) dan hypereutectoid (c)

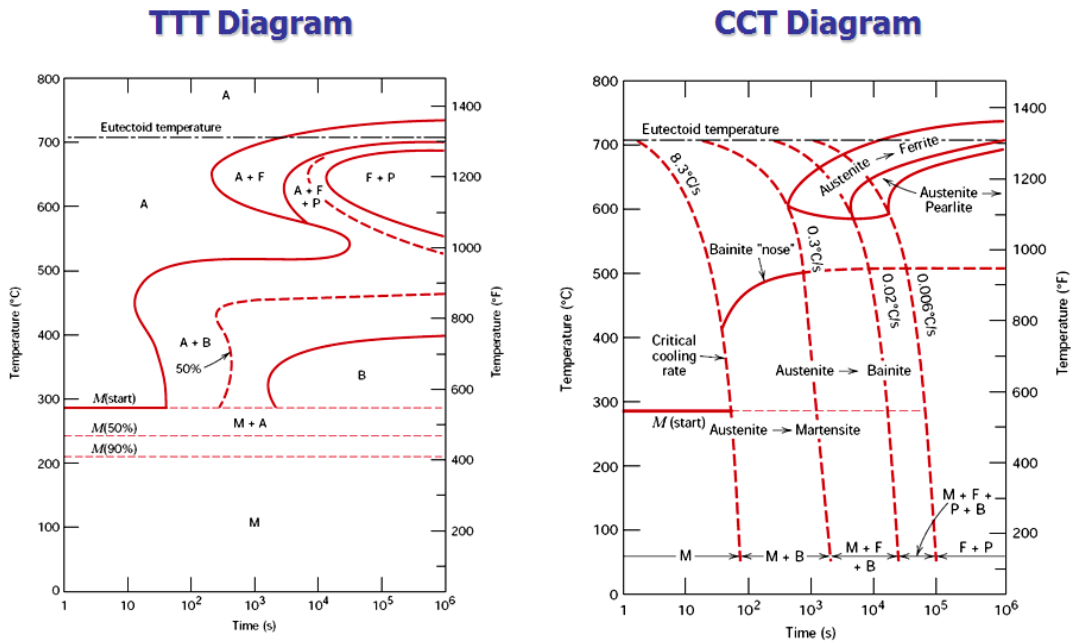
Dalam berbagai kondisi, terutama untuk baja dengan komposisi karbon ataupun karbon ekuivalensi yang tinggi, pendinginan secara kontinu dapat mengakibatkan gradient temperatur yang tinggi antara bagian permukaan dan bagian dalam baja, sehingga bisa dihasilkan retakan permukaan pada baja. Untuk baja tersebut proses pendinginan perlu dilakukan secara bertahap, pertama dilakukan pendinginan cepat sampai dengan temperatur yang masih relative tinggi dimana transformasi fasa belum terjadi. Kemudian dilakukan penahanan pada temperatur tersebut sampai terjadi keseimbangan temperatur antara bagian dalam dan luar dan penahanan ini bisa dilakukan sampai dengan terjadinya transformasi fasa, atau disebut kondisi isothermal transformation, seperti diperlihatkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Contoh Isothermal transformation pada baja

Secara umum untuk proses perlakuan termal, dimana terdapat proses penahanan pada temperatur tertentu (isothermal transformation) dalam pendinginannya, kita bisa memakai diagram jenis lain yang disebut time temperature transformation (TTT) diagram. Sama seperti diagram CCT, satu diagram TTT juga diperuntukkan untuk satu jenis baja. Gambar 21 menunjukkan contoh diagram TTT dan CCT untuk baja AISI 4340.

### AISI 4340 Steel



Gambar 21 Diagram TTT dan Diagram CCT baja AISI 4340