
DIGRAM FASA

Fungsi Diagram Fasa

1. Mengetahui fase-fase pada tiap temperaturnya.
2. Meramalkan struktur mikro yang akan diperoleh melalui proses solidifikasi.
3. Mengaitkan / meramalkan sifat mekanik dari struktur mikro yang kita peroleh.
4. Meramalkan proses penguatan yang mana yang dapat diterapkan pada paduan itu.

Diagram phase Briner dapat dikelompokan menjadi tiga:

1. Diagram phase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan cair (L) dan padat (S)
2. Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan sempurna dalam keadaan cair dan terbatas dalam keadaan padat.

Ada tiga jenis:

1. Yang mengandung reaksi fase Eutektik.
 2. Yang mengandung reaksi fase Peritektik.
 3. Yang mengandung senyawa.
-
3. Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan sempurna dalam keadaan cair tetapi tidak larut satu sama lain dalam keadaan padat.

Cara membaca DF

- Dengan cara teori keseimbangan yaitu mekanisme difusi (penurunan) temperatur harus ditempuh selambat mungkin agar sempurna.
- Ad I. Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan L & S.
- Ad II. Diagram fase jenis II type I.
Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan cair dan terbatas dalam keadaan padat dan mengadung reaksi fase Eutektoid.

- **Diagram fase jenis II type II**

Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan cair dan terbatas dalam keadaan padat serta mengandung reaksi fase Peritektik.

- **Diagram fase jenis II type III**

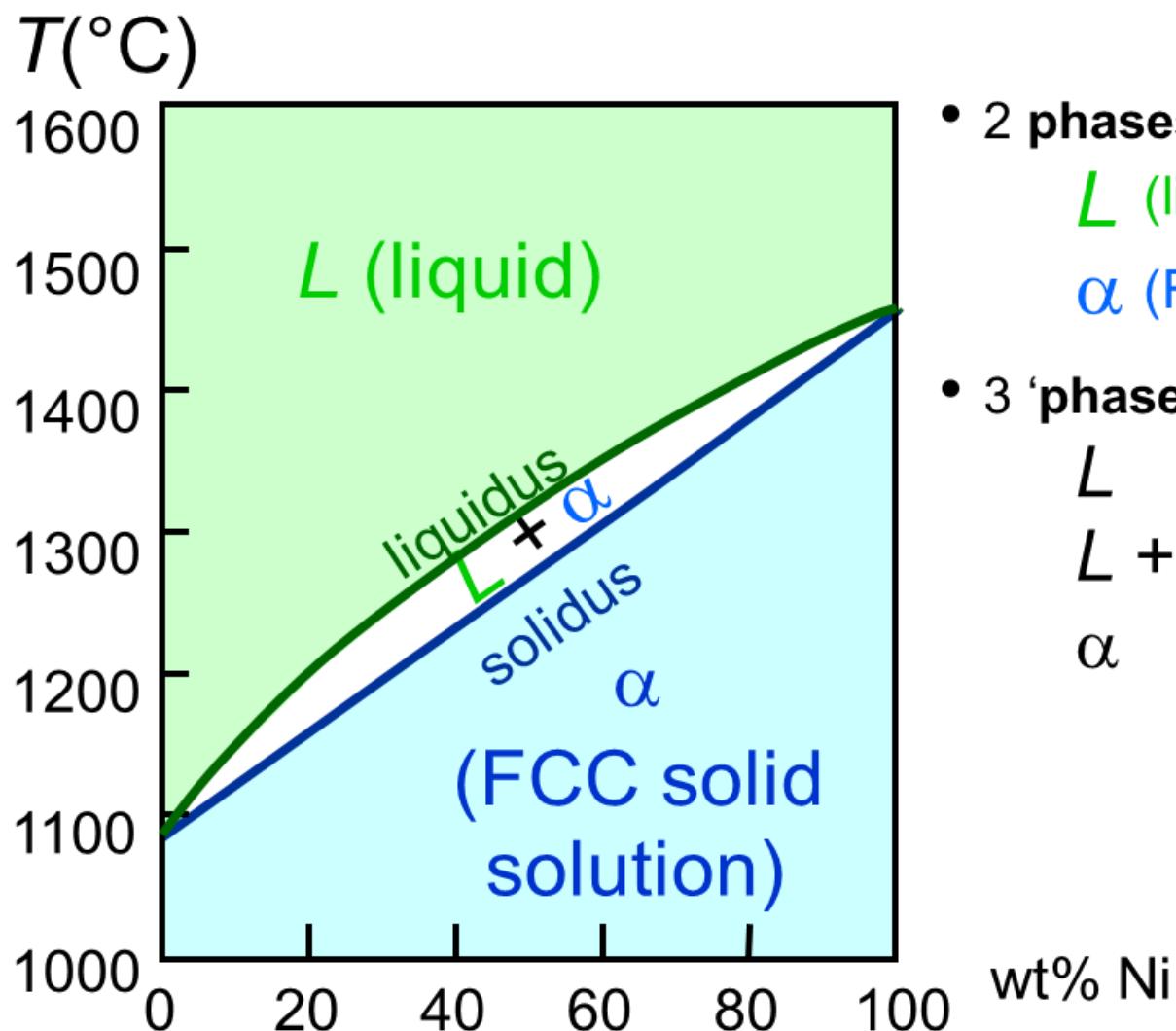
- Diagram fase yang mengandung senyawa. Senyawa terjadi perbandingan antara unsur - unsur tertentu (stoiciometri). Misal: Fe_3C bila kandungan C nya 6,67%.

- Senyawa juga akan menjadi (sebagai) batas dari diagram fase yang berbeda.

- **Diagram Fase Jenis III**

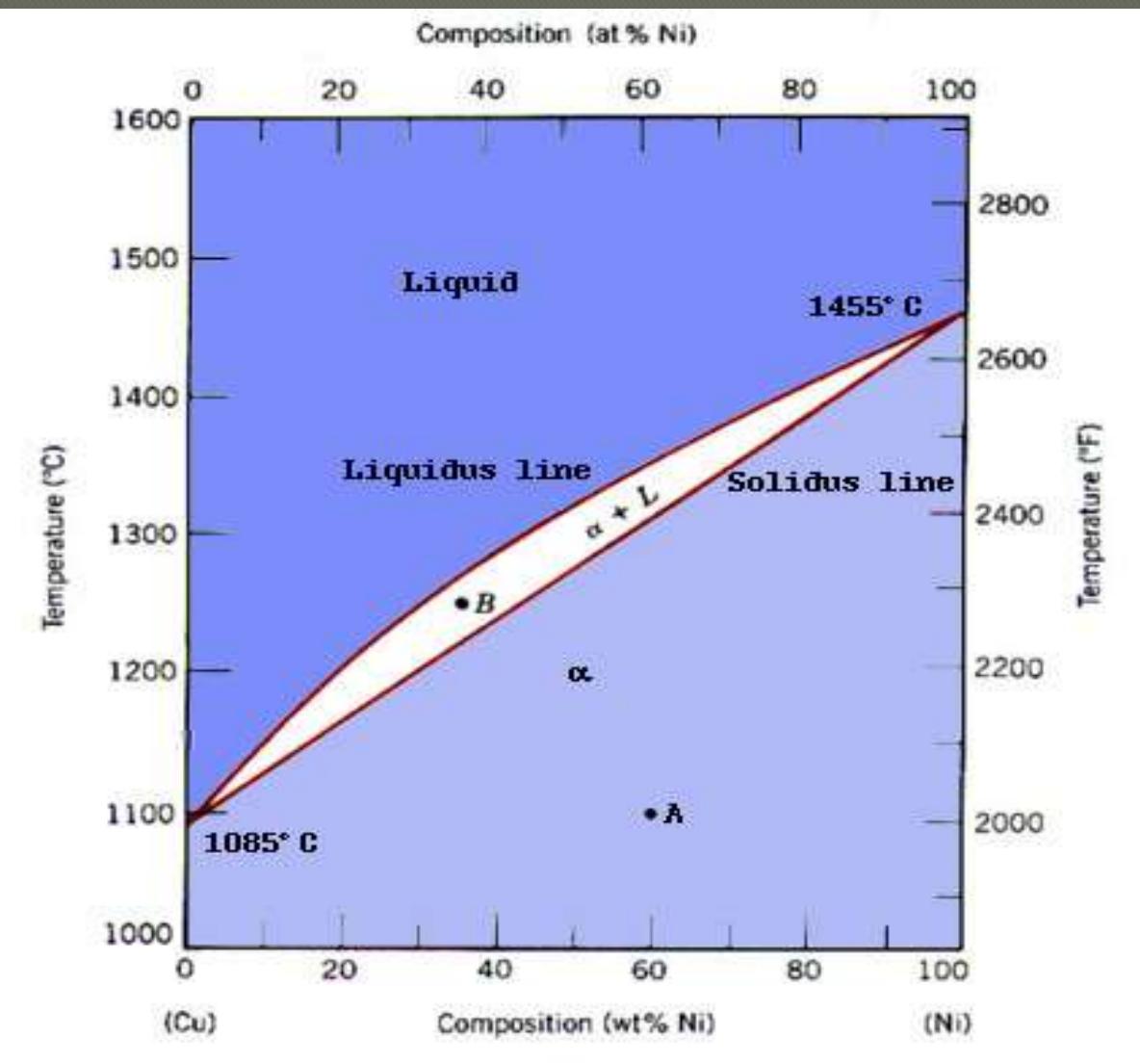
Tidak larut dalam keadaan padat

Ad I. Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan L & S.



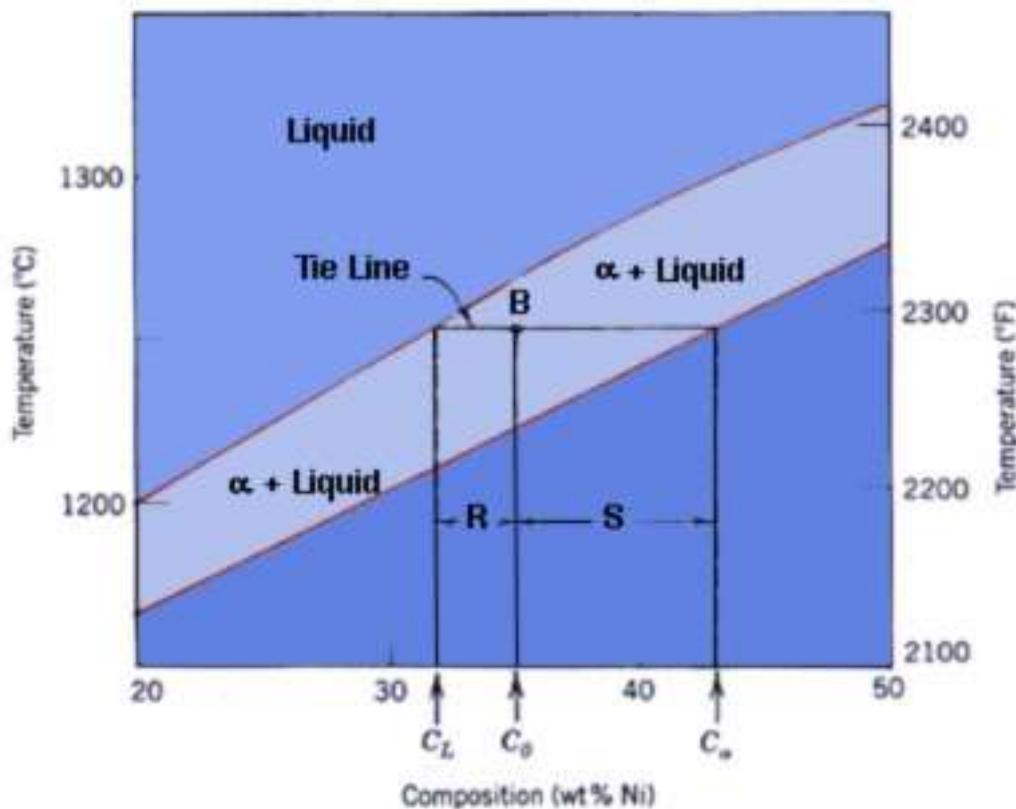
- 2 **phases** are possible:
 - L (liquid)
 - α (FCC solid solution)
- 3 'phase fields' are observed:
 - L
 - $L + \alpha$
 - α

Diagram Cu-Ni



- L = larutan cair homogen yang mengandung Cu dan Ni
- A = larutan padat substitusi yang terdiri dari Cu dan Ni, yang mempunyai struktur FCC

Diagram Cu-Ni



- Jumlah persentasi cair (W_l) = $S/(R+S) \times 100\%$
- Jumlah persentasi a (W_a) = $R/(R+S) \times 100\%$

Ad. Diagram fase jenis II type I

DF yang menunjukan adanya kelarutan yg sempurna dalam keadaan cair dan terbatas dalam keadaan padat dan mengadung reaksi fase Eutectoid

- Batas kelarutan atom Ag pada fasa a dan atom Cu pada fasa b tergantung pada suhu
- Pada 780°C , Fasa a dapat melarutkan atom Ag hingga 7,9%berat dan Fasa b dapat melarutkan atom Cu hingga 8,8%berat
- Daerah fasa padat: fasa a, fasa a+b, dan fasa b, yang dibatasi oleh garis solidus AB, BC, AB, BG, dan FG, GH.
- Daerah fasa padat + cair: fasa a + cair, dan fasa b + cair, yang dibatasi oleh garis solidus
- Daerah fasa cair terletak diatas garis liquidus AE dan FE
- Reaksi $\text{Cair} \leftrightarrow \text{padat(a)} + \text{padat(b)}$ pada titik E disebut reaksi Eutektik.

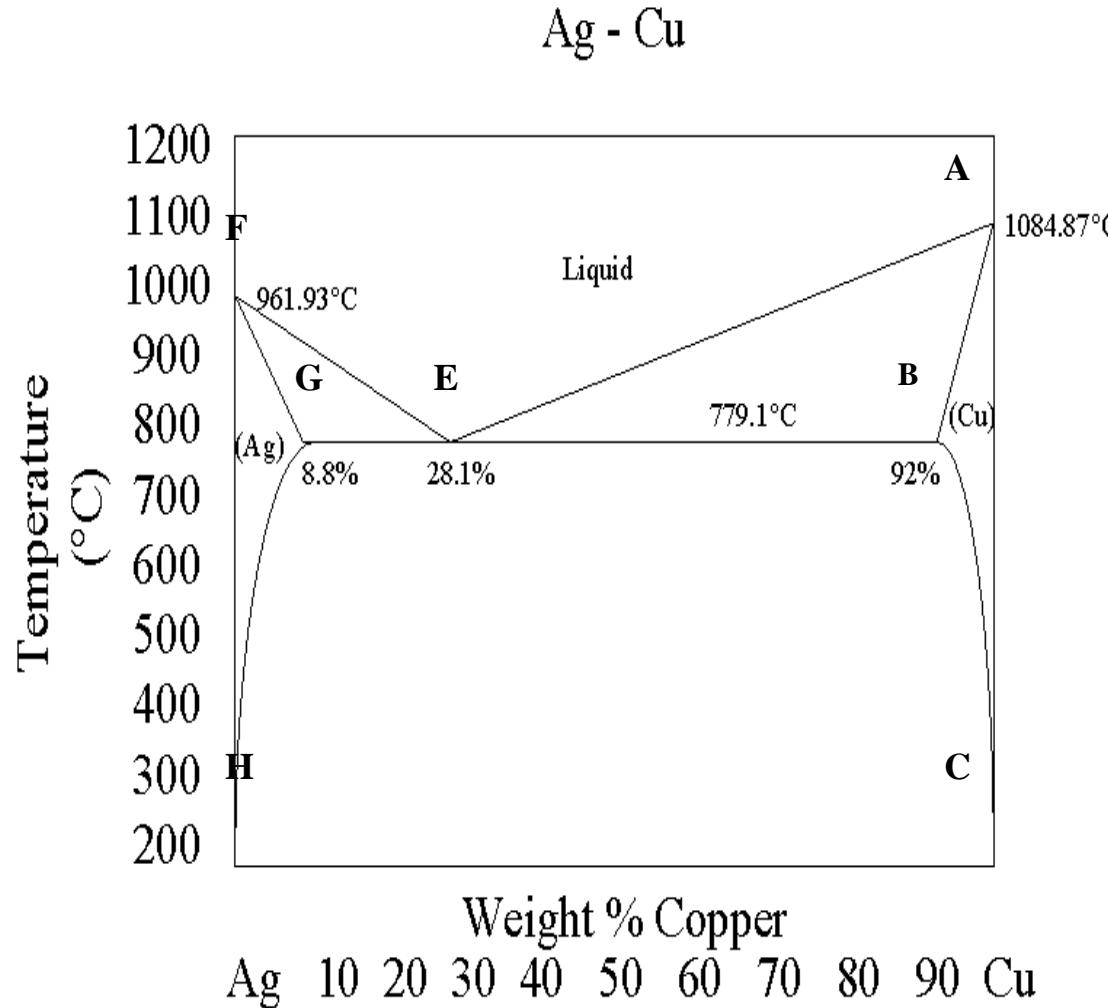


Diagram Fasa Pb-Sn

- Reaksi eutektik

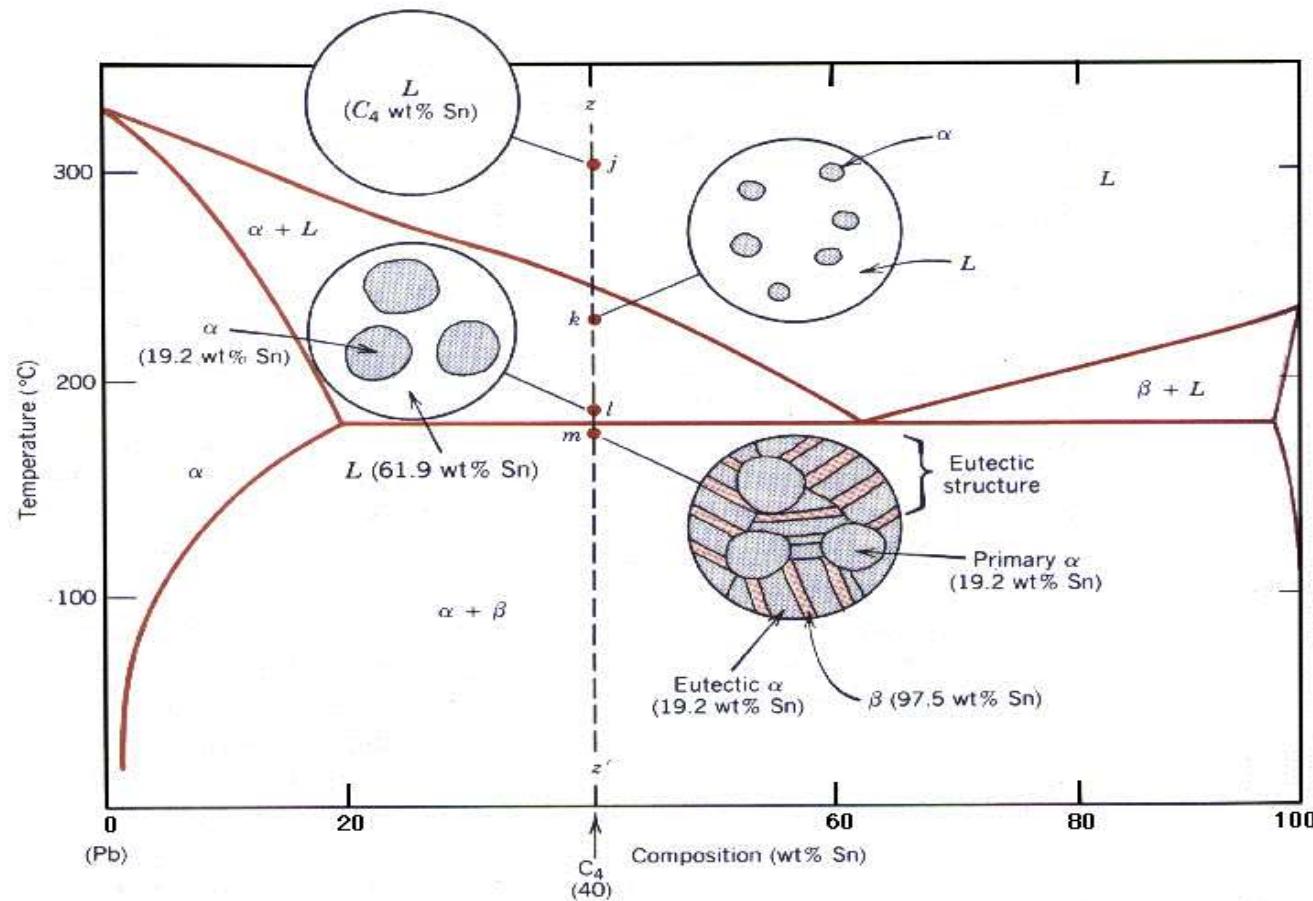


Diagram Fasa Al-Si

- Paduan hipoeutektik Al-Si mengandung Si <12,6%
- Paduan eutektik Al-Si mengandung Si sekitar 12,6%
- Paduan hipereutektik Al-Si mengandung Si >12,6%

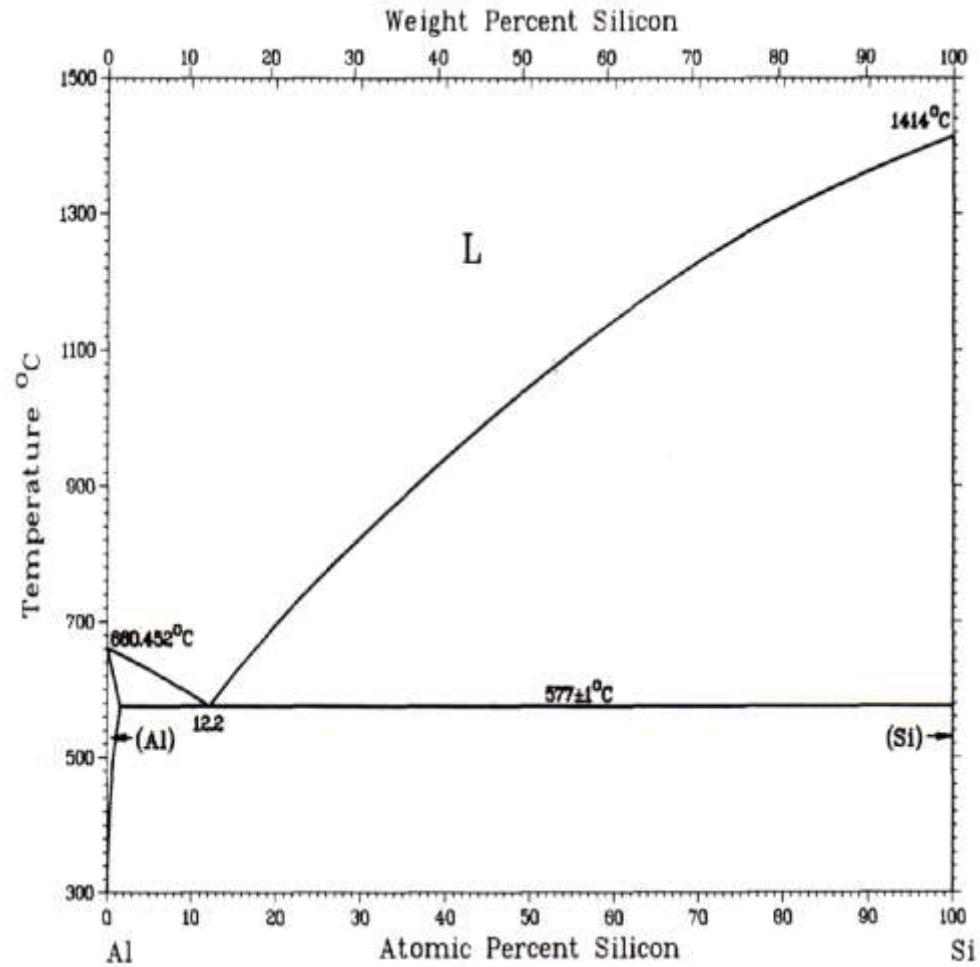


Diagram fase jenis II type II

Diagram fase yang menunjukkan adanya kelarutan yang sempurna dalam keadaan cair dan terbatas dalam keadaan padat serta mengandung reaksi fase Peritektik.

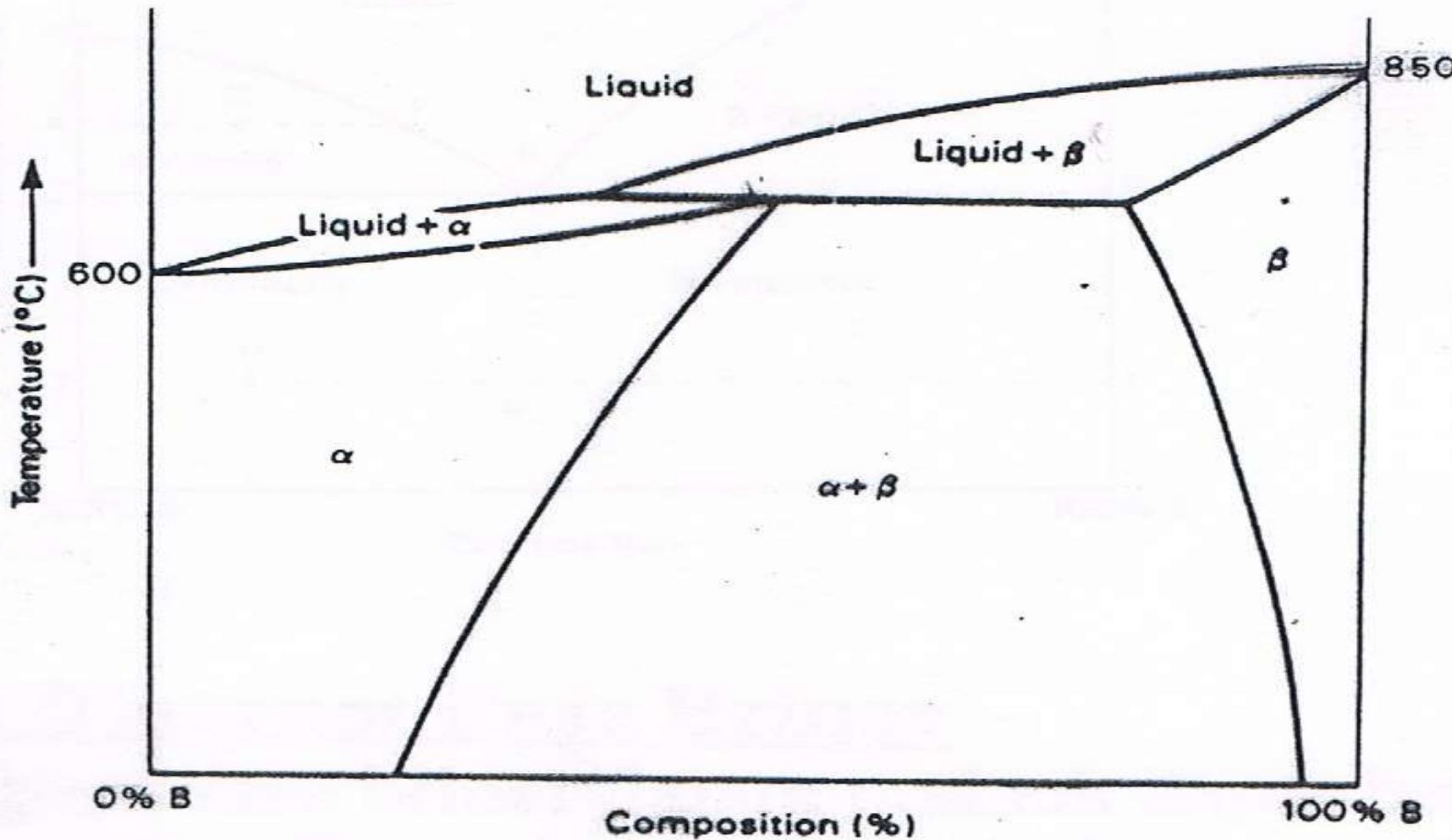


Diagram fase jenis II type III

Diagram fase yang mengandung senyawa. Senyawa terjadi perbandingan antara unsur - unsur tertentu (stoiciometri). Misal: Fe₃C bila kandungan C nya 6,67%. Senyawa juga akan menjadi (sebagai) batas dari diagram fase yang berbeda.

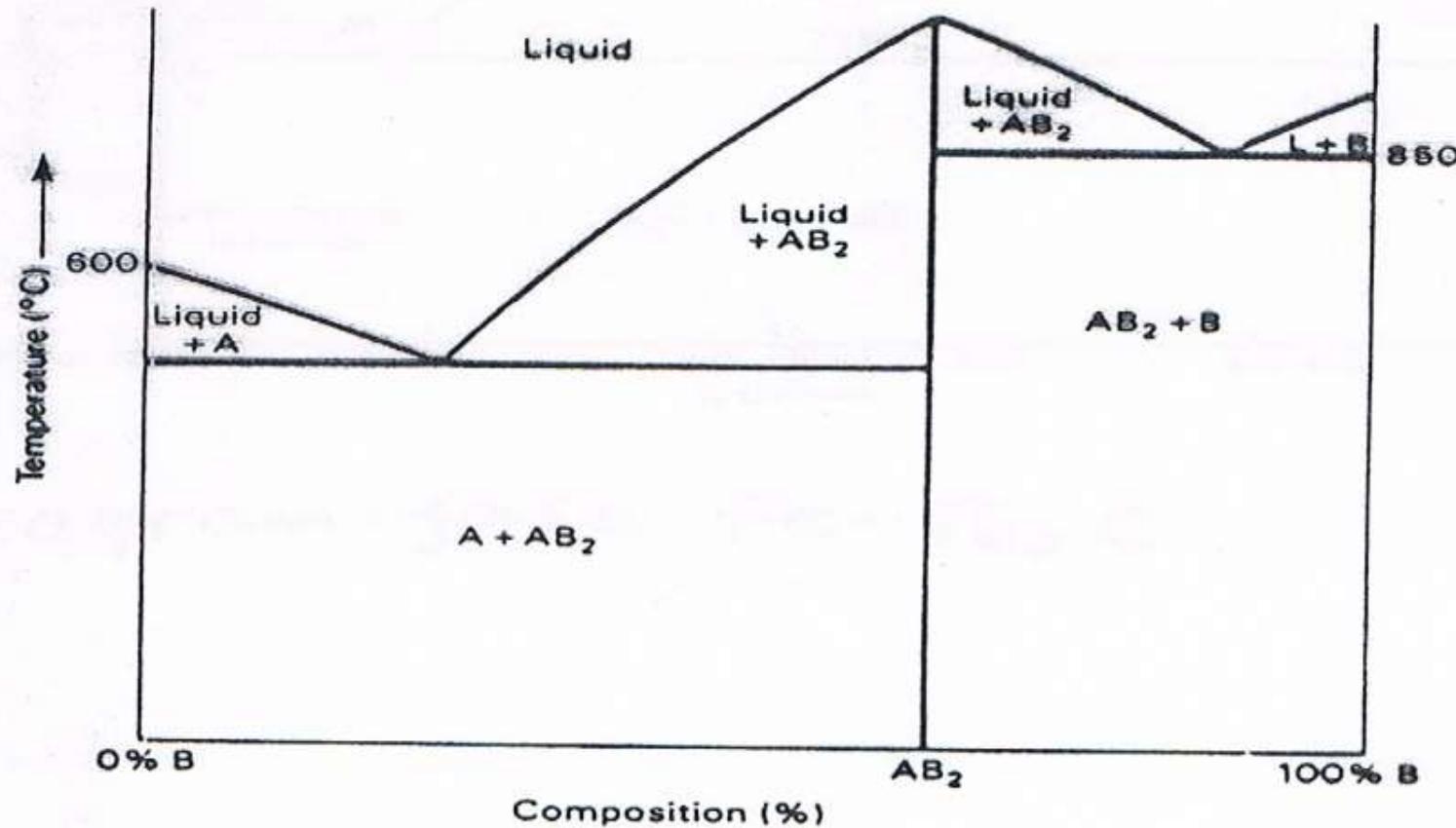


Diagram Fase Jenis III

Tidak larut dalam keadaan padat

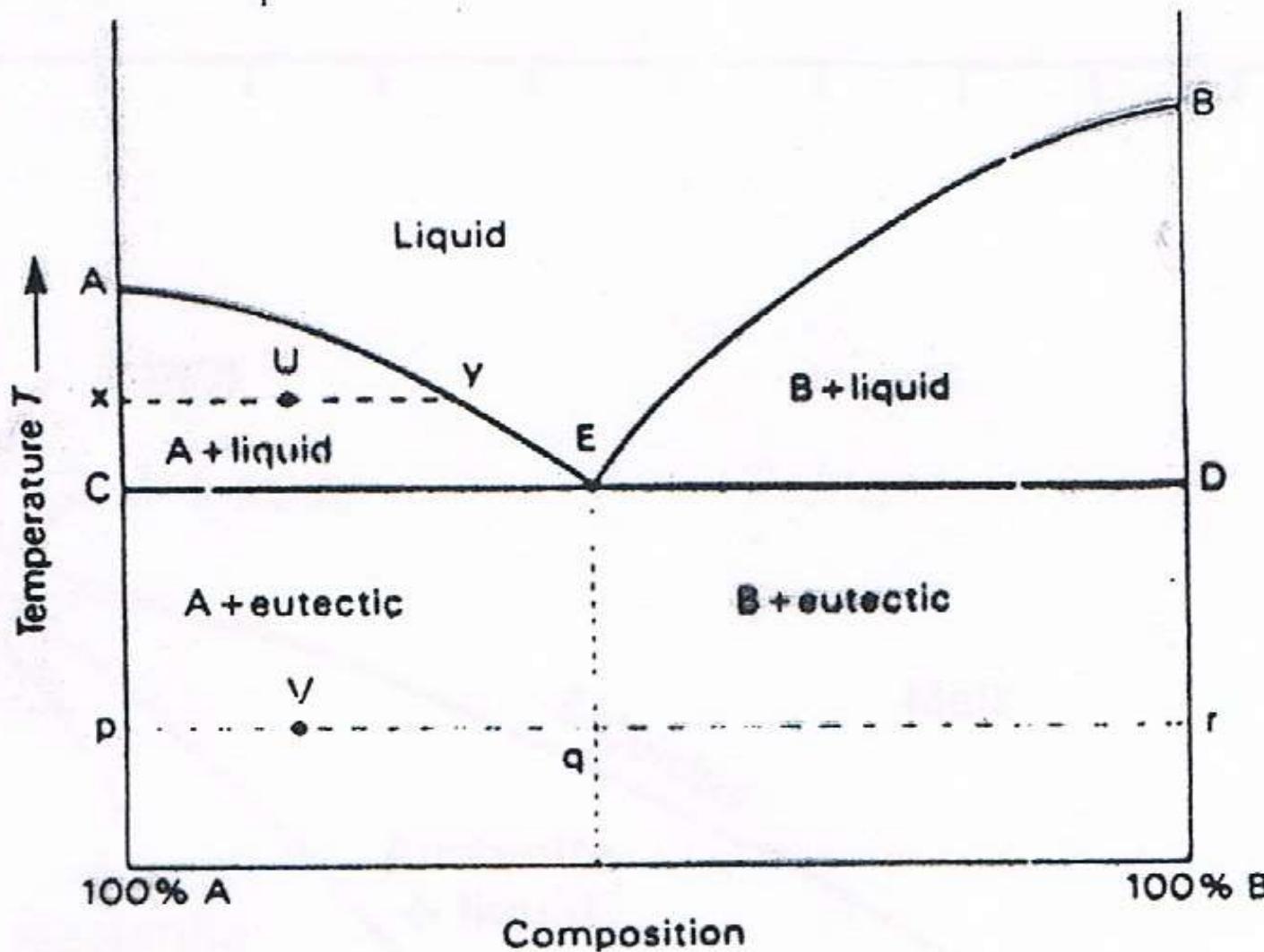
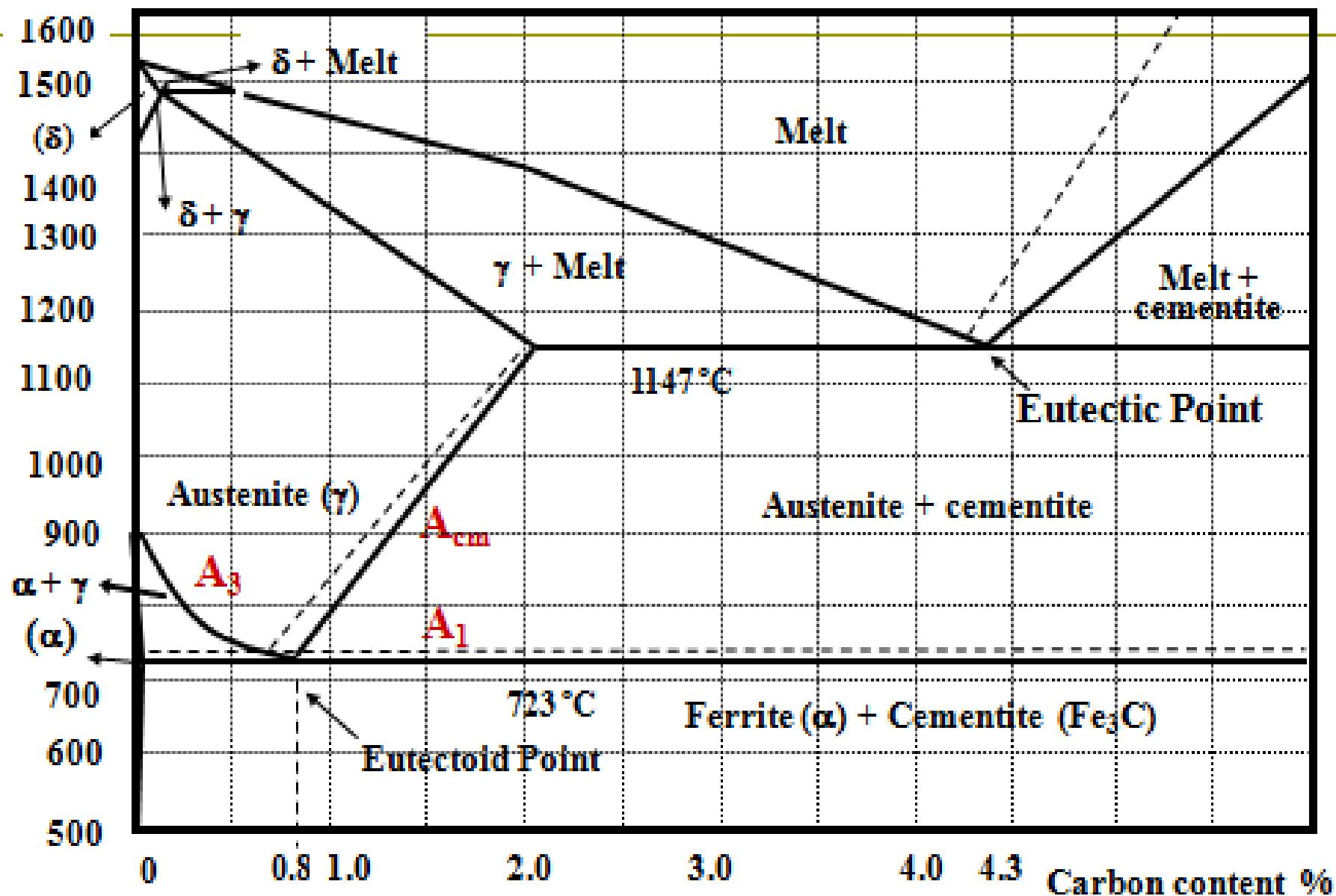


Diagram Fasa Fe- Fe_3C

Temperature C°

DIAGRAM KESEIMBANGAN Fe-C



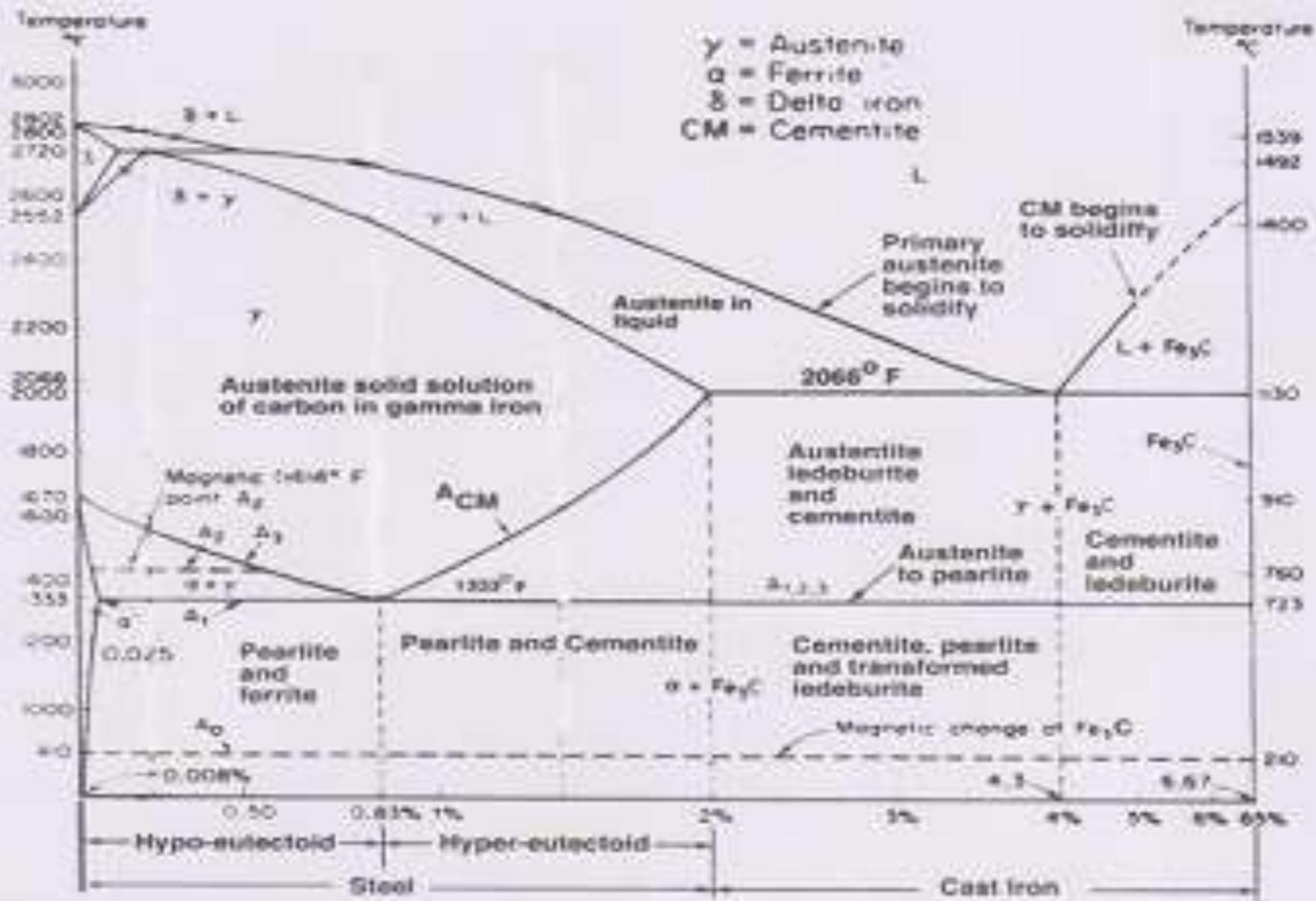


Diagram Fasa Fe- Fe_3C (Besi - Carbon)

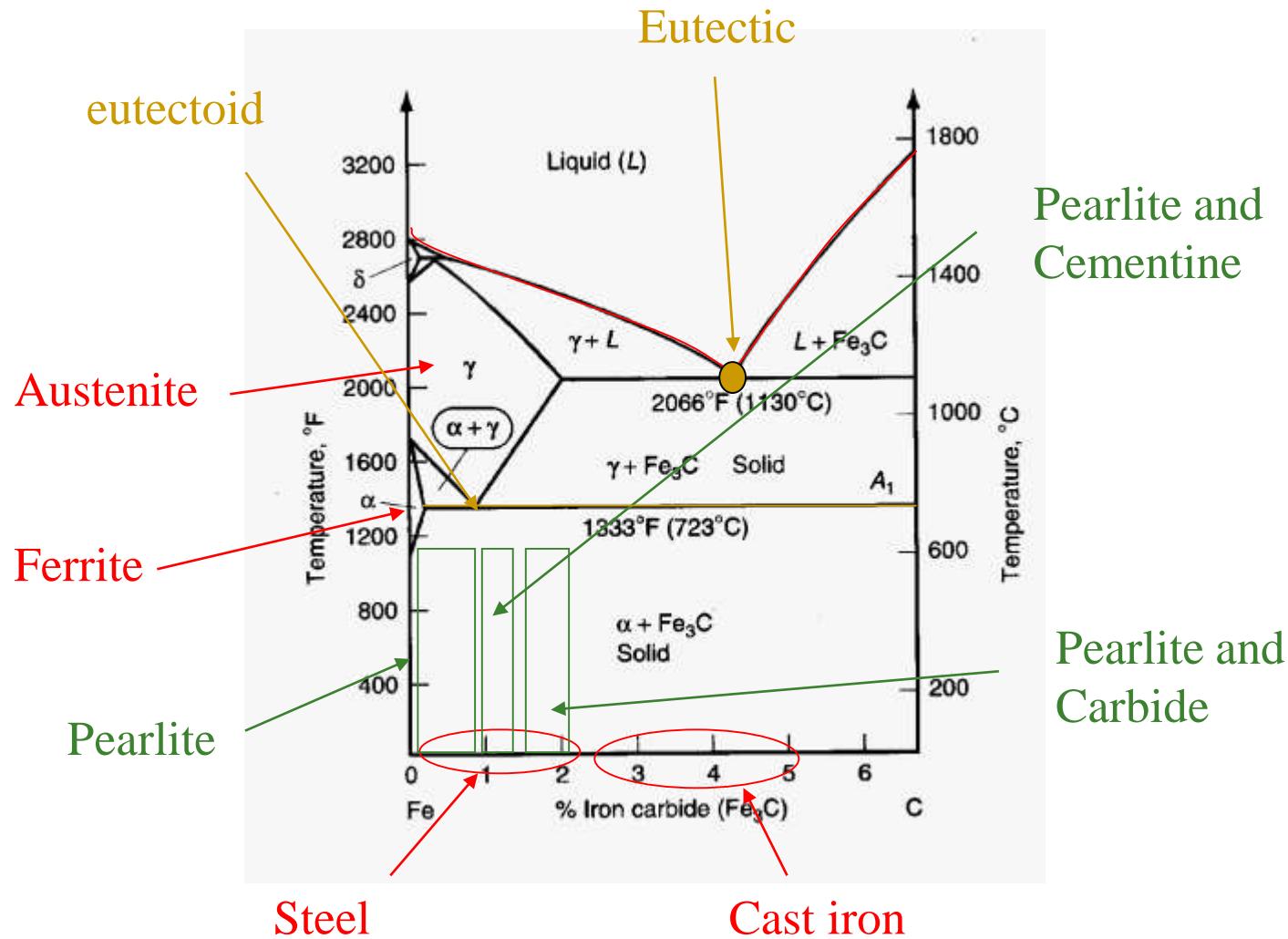
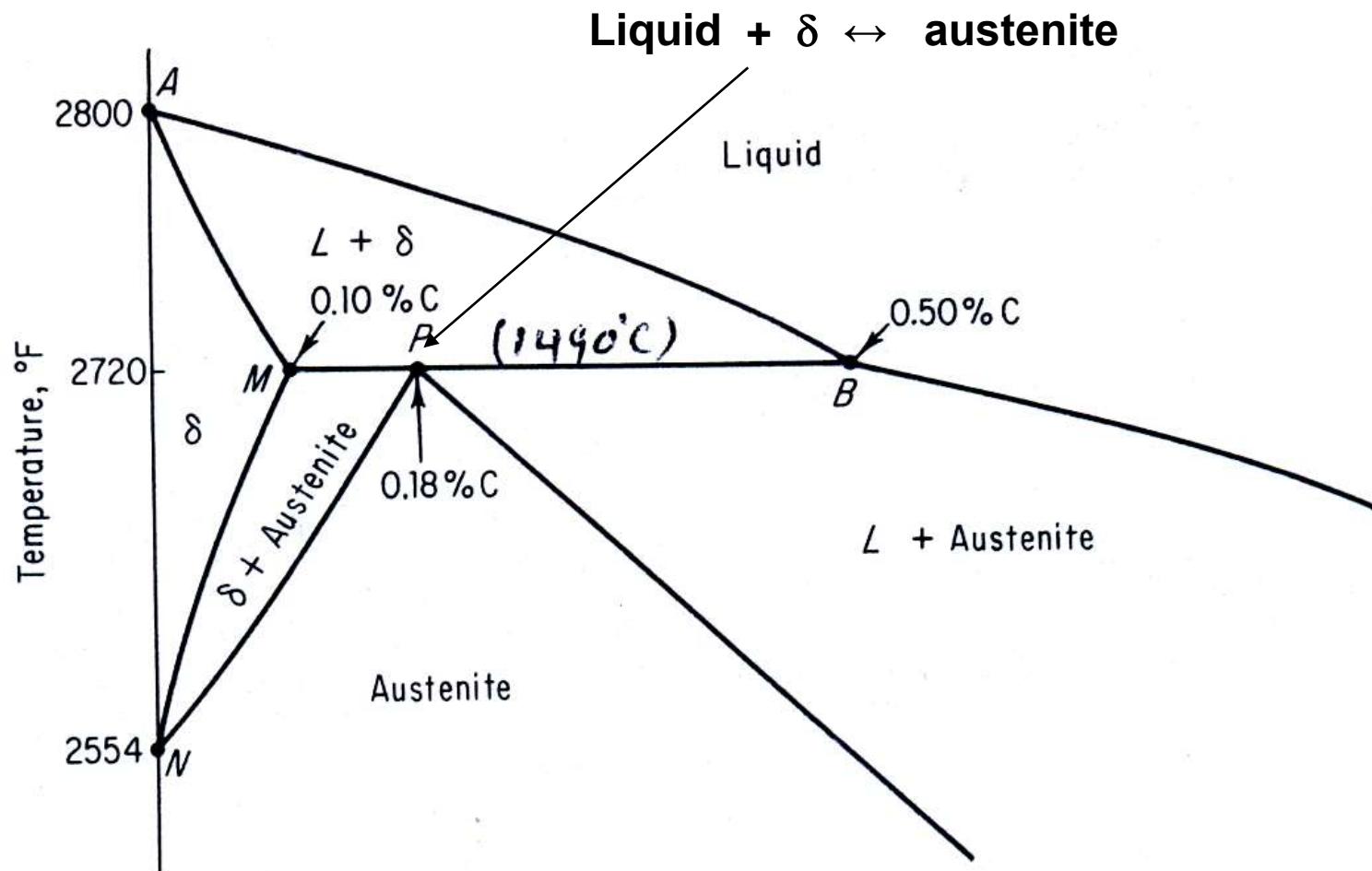


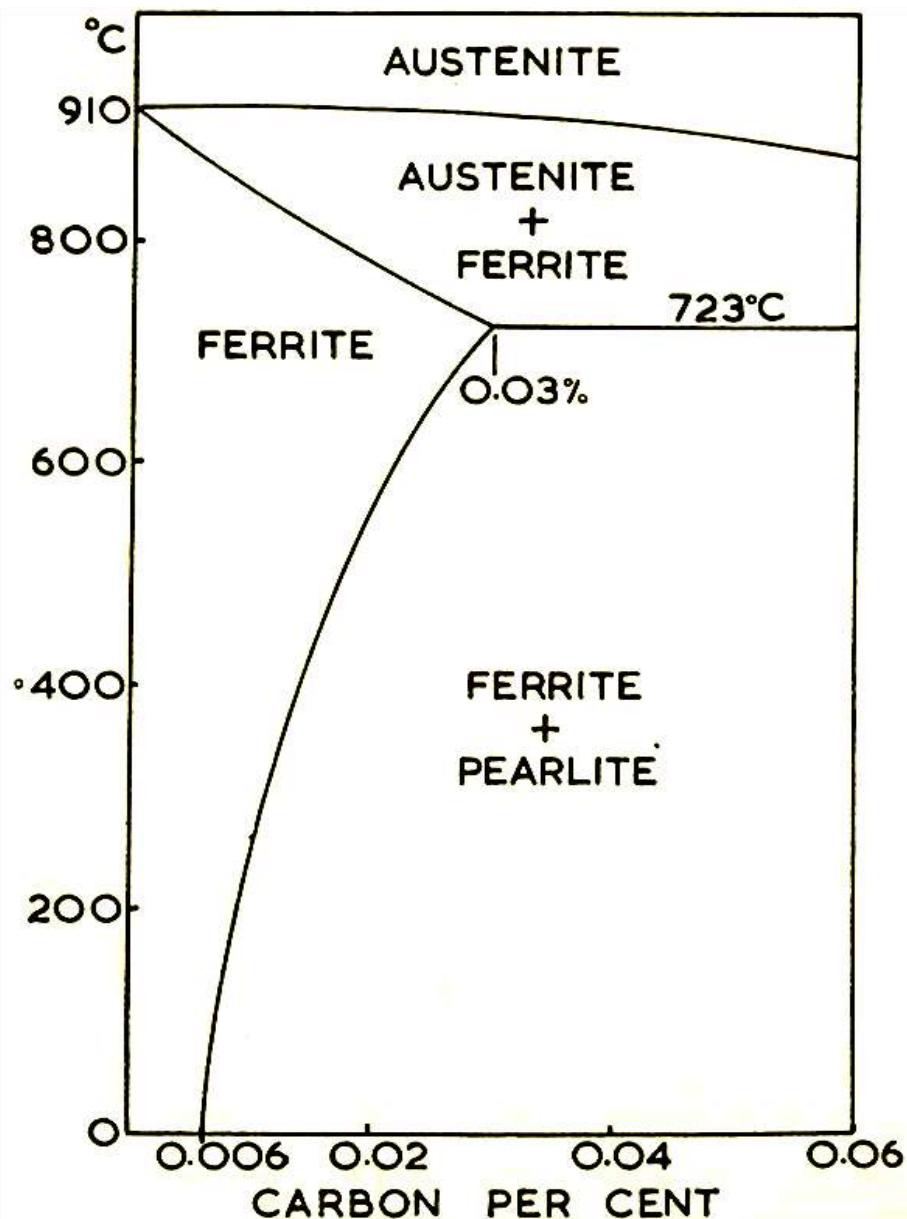
Diagram menunjukkan tiga baris horisontal yang menunjukkan reaksi isotermal (berdasarkan pendingin / Penghangat Ruangan):

- Garis horizontal yang pertama adalah pada $1490^{\circ} C$, dimana terjadi reaksi peritektic :
 $\text{Cair} + \delta \leftrightarrow \text{austenite}$
- Kedua garis horizontal adalah pada $1130^{\circ} C$, dimana terjadi reaksi eutektik:
 $\text{Cair} \leftrightarrow \text{austenite} + \text{cementite}$
- Garis horizontal yang ketiga adalah di $723^{\circ} C$, dimana terjadi reaksi eutectoid:
 $\text{austenite} \leftrightarrow \text{pearlite}$ (campuran ferrite & cementite)

Wilayah Delta Fe-Fe karbida diagram



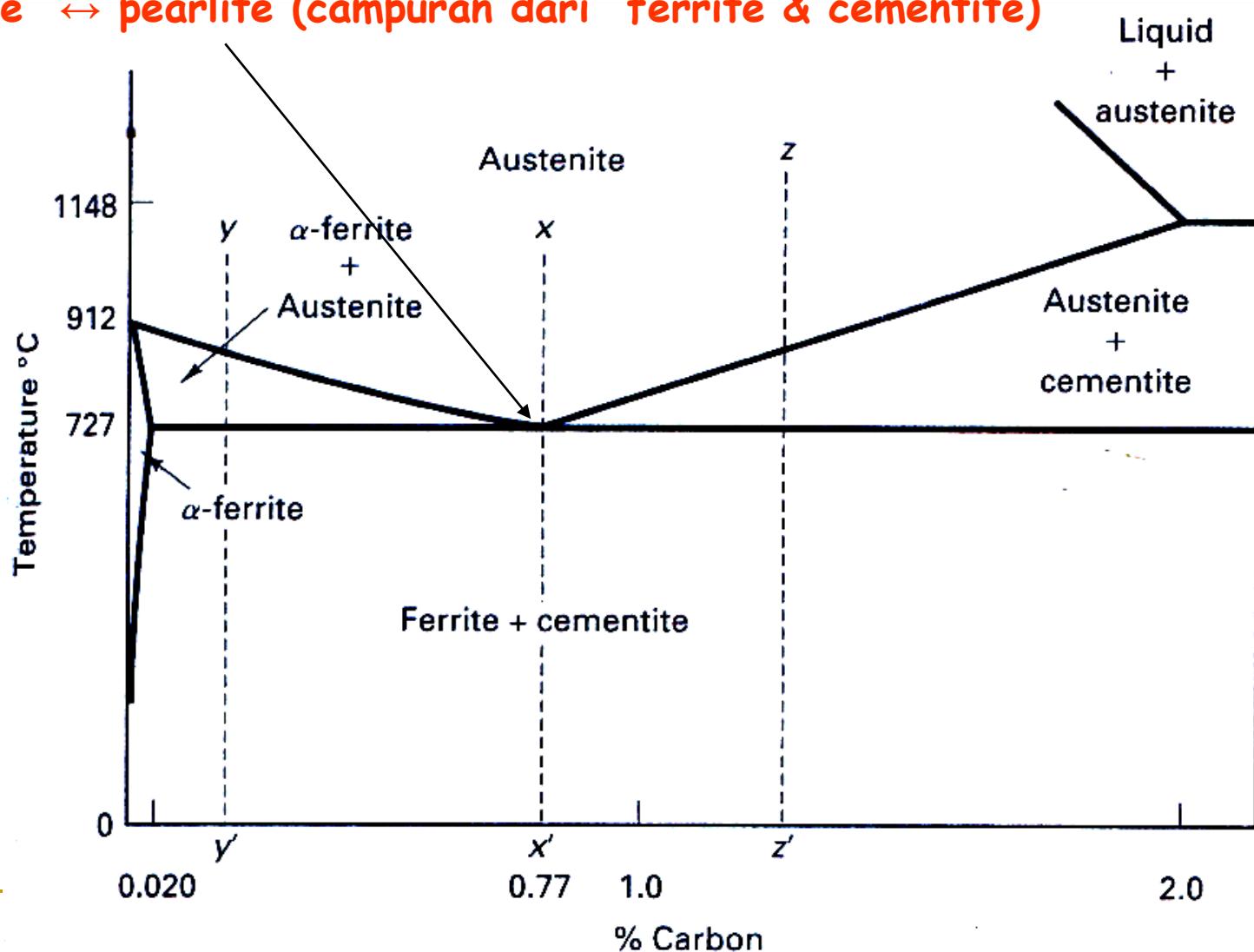
Wilayah ferit diagram Fe-Fe karbida



2.—The “Ferrite Area” of the Iron-Carbon Equilibrium Diagram, Showing the Extent to Which Carbon is Soluble in Iron.

Diagram sederhana fase besi-karbon

austenite \leftrightarrow pearlite (campuran dari ferrite & cementite)



Fase utama baja dan karakteristik mereka

Fase	Struktur Kristal	Karakteristik
Ferrite	BCC	Lembut, elastis dan magnetik
Austenite	FCC	Lembut, kekuatan moderat, non-magnetik
Cementite	Senyawa besi & Carbon Fe_3C	Keras & rapuh

Fasa fasa pada diagram Fasa Fe- Fe_3C

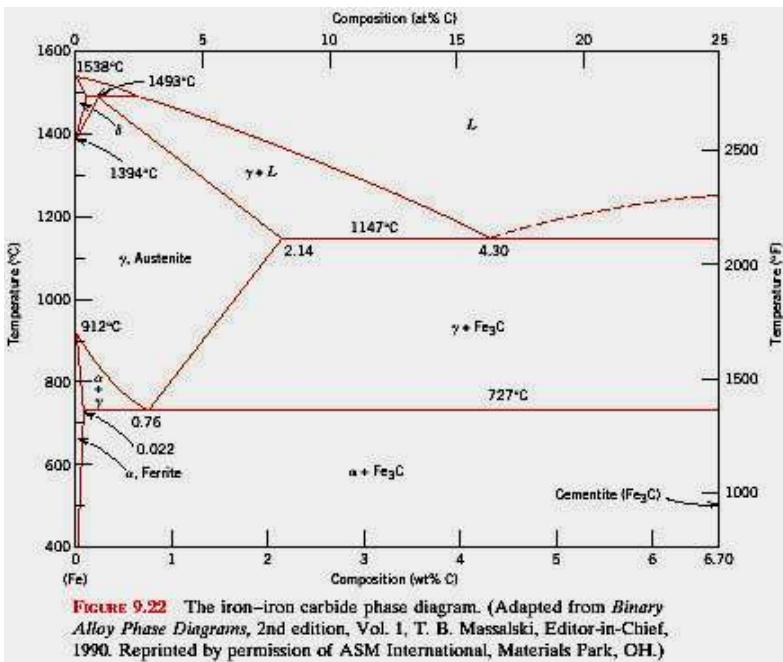
- Besi- α (ferrit); Struktur BCC, dapat melarutkan C maks. 0,022% pada 723°C.
- Besi- γ (austenit); struktur FCC, dapat melarutkan C hingga 2,11% pada 1148°C.
- Besi- α (ferrit); struktur BCC
- Besi Karbida (sementit); struktur BCT, dapat melarutkan C hingga 6,67%
- Pearlit; lapis-lapis besi- α dan besi karbida

Reaksi pada Diagram Fasa Fe-C

- Reaksi eutektik pada titik 4,3%C, 1148°C
$$L \leftrightarrow \gamma(2,11\%C) + Fe_3C(6,67\%C)$$
- **Reaksi eutektoid pada titik 0,8%C, 723°C**
$$\gamma(0,77\%C) \leftrightarrow \alpha(0,022\%C) + Fe_3C(6,7\%C)$$
- Reaksi peritektik $L + \delta = \gamma$

Berbagai fitur diagram Fe-C

Fase



L

δ struktur
Paramagnetik
BCC

α struktur
ferit BCC
feromagnetik
cukup ulet

γ struktur
Austenite FCC
Non-magnetik
ulet

Fe₃C cementite
Orthorhombic
Keras
rapuh

Reaksi

Peritectic $L + \delta = \gamma$

Eutectic $L = \gamma + Fe_3C$

Eutectoid $\gamma = \alpha + Fe_3C$

Kelarutan Max. C di ferrite = 0.022 %

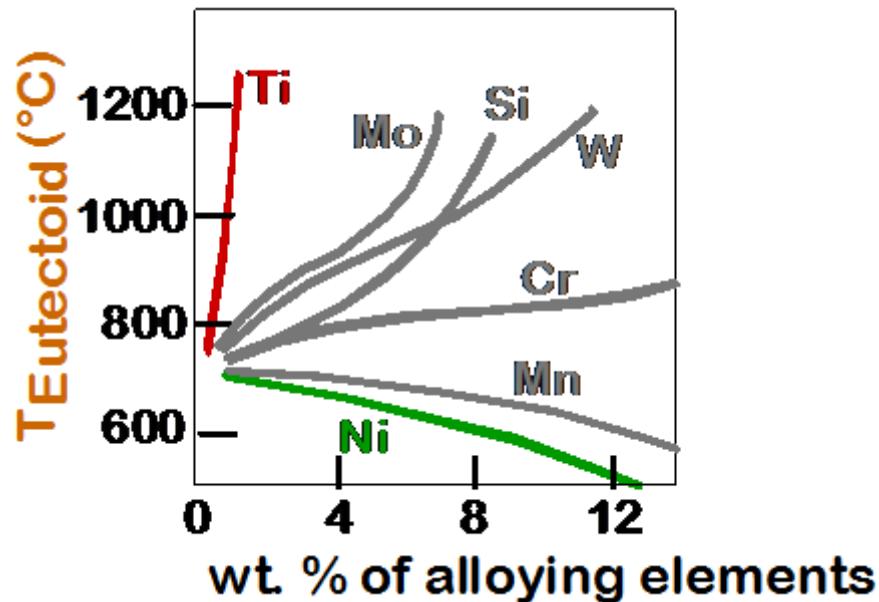
Kelarutan Maks C di austenite = 2.11 %

Tiga fase reaksi

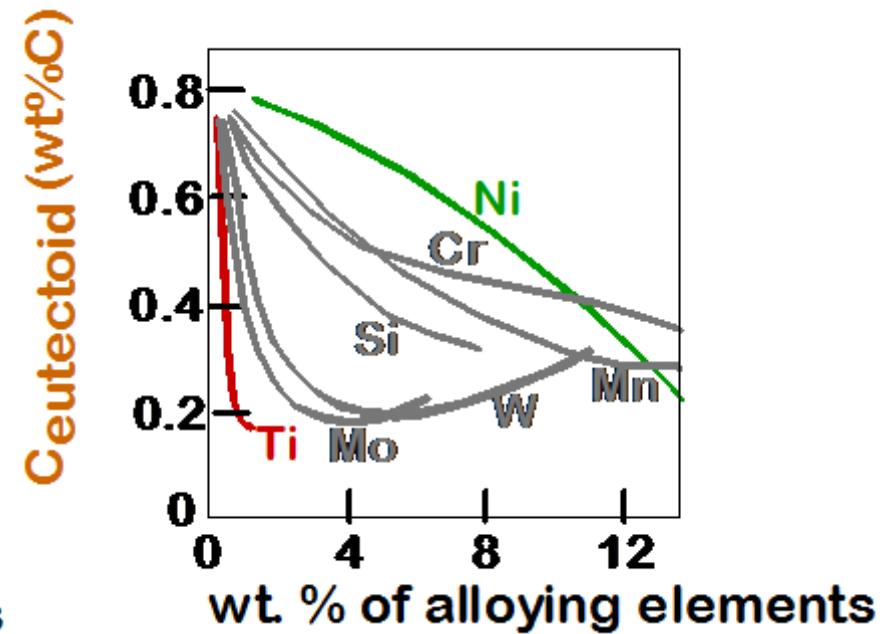
1. **Peritectic**, di $1490^{\circ}C$, dengan kelembapan rendah wt % C paduan (hampir tidak ada rekayasa kepentingan).
2. **Eutectic**, di $1130^{\circ}C$, dengan 4.3 wt% C, paduan yang disebut **Besi cor**.
3. **Eutectoid**, di $723^{\circ}C$ dengan komposisi eutectoid 0.8 wt% C, dua fasa campuran (ferit & cementite). Di sebut **baja**.

Pengaruh unsur pada Suhu Eutektoid dan Komposisi Eutektoid

- Perubahan Teutectoid :



- Perubahan Ceutectoid

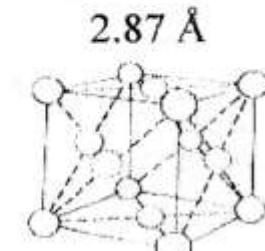
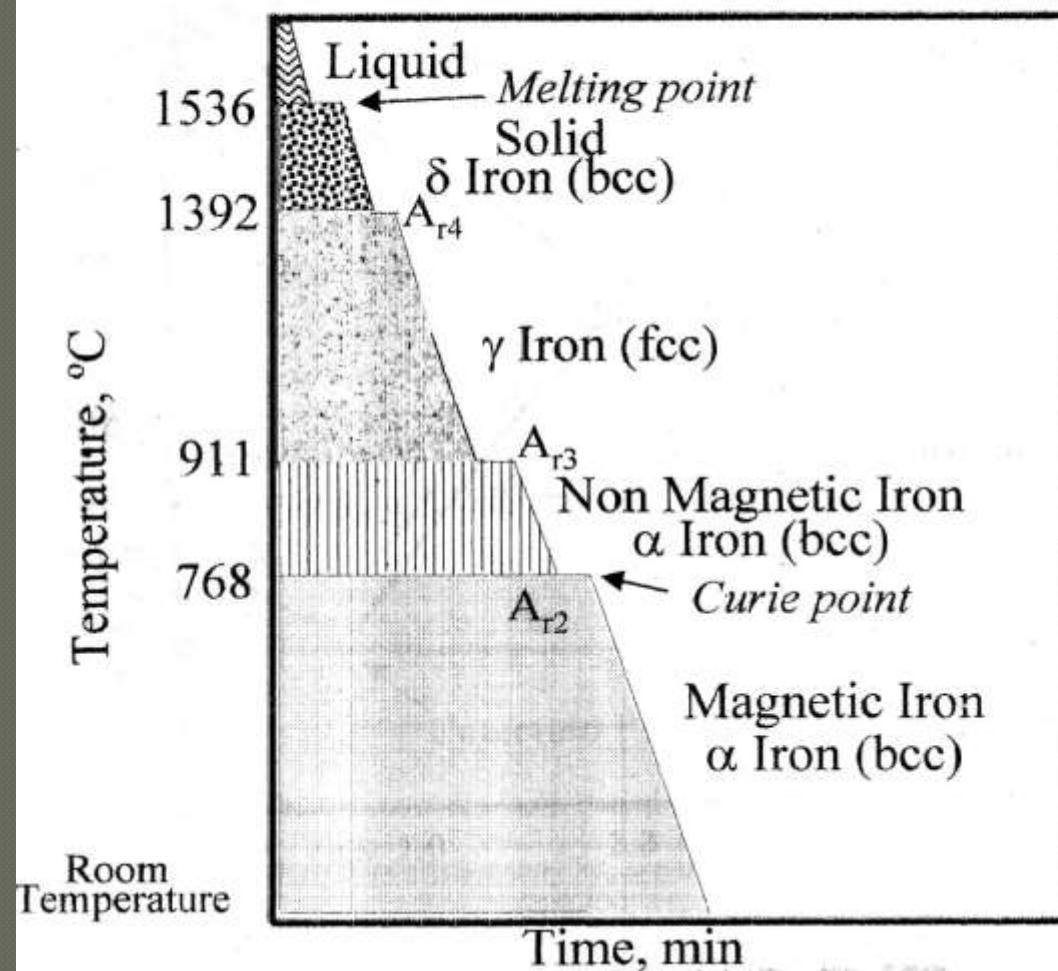


Sifat Alotropi dari Besi

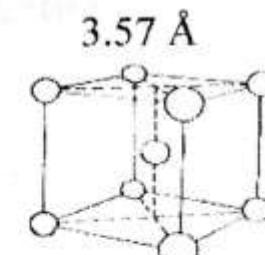
- Delta iron (δ) mampu melarutkan karbon max 0,1% pada $1500^{\circ} C$
- Gamma iron (γ) mampu melarutkan karbon max 2 % pada $1130^{\circ} C$
- Alpha iron (α) mampu melarutkan karbon max 0,025% pada $723^{\circ} C$

ALLOTROPI

PERUBAHAN SIFAT BESI MURNI AKIBAT PEMANASAN



fcc

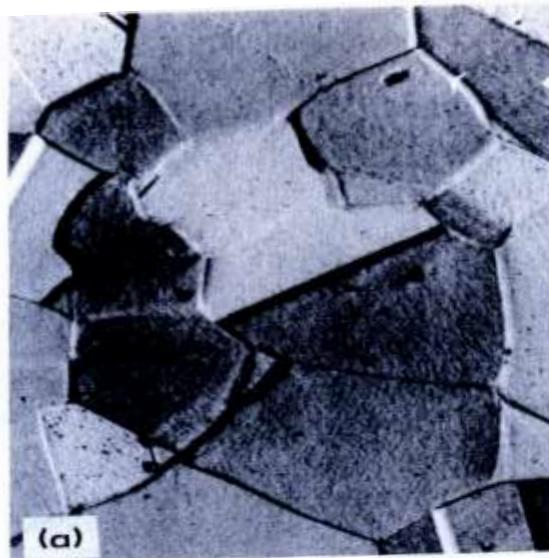


bcc

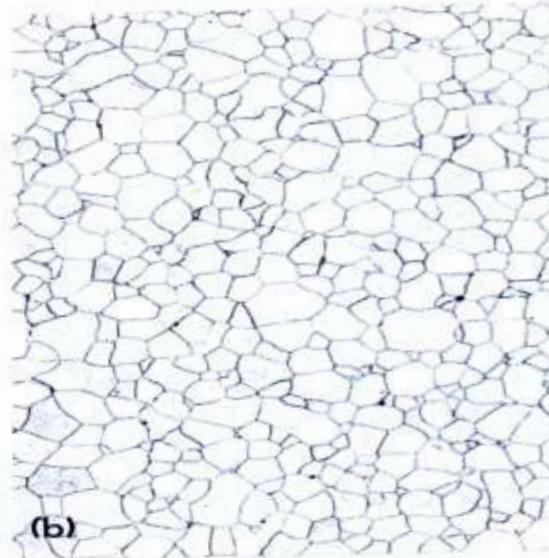
A = arreter (delay)
r = refroidir (to cool)
c = chauffer (to heat)



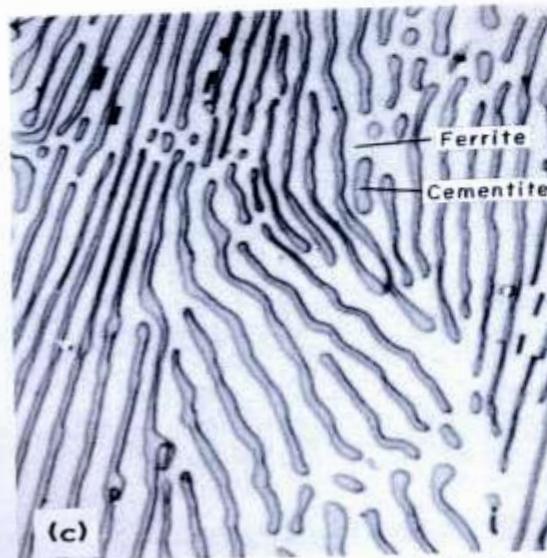
Struktur Mikro Baja Yang Berbeda Fase



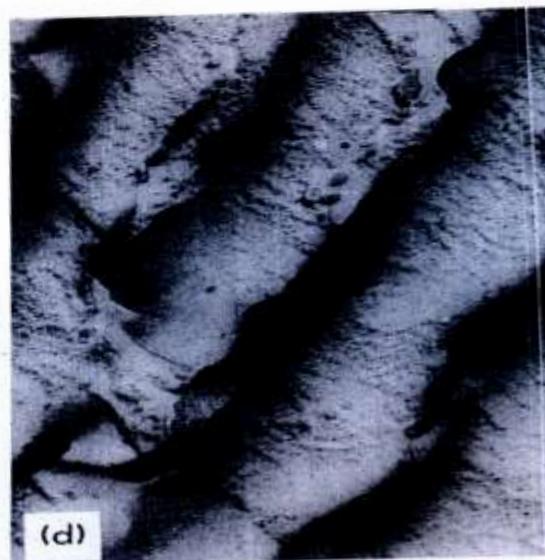
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 7-8 The microstructure of (a) austenite, 500X; (b) ferrite, 100X; (c) pearlite, 2,500X; (d) pearlite, electron micrograph, 17,000X; enlarged 3X in printing. (a, b, and c, Research Laboratory, U.S. Steel Corporation.)

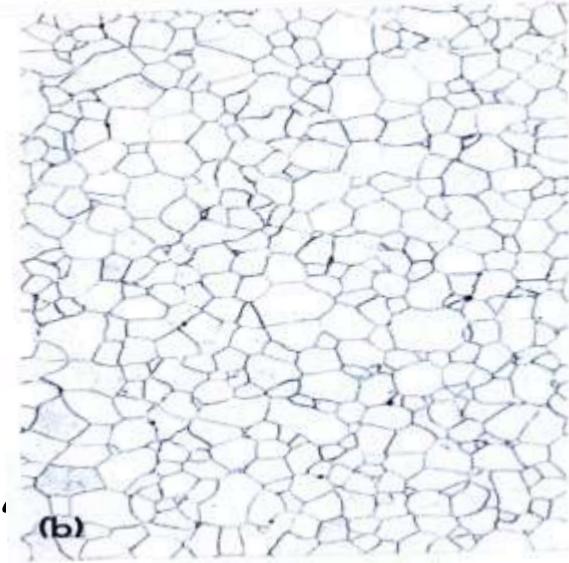
Definisi struktur

- **Ferrite** dikenal sebagai larutan padat.
- Ini adalah solusi padat interstisial dari sejumlah kecil karbon dilarutkan dalam besi α (BCC).
- Bentuk stabil besi di bawah 912 deg.C
- Kelarutan maksimum adalah larut 0.025% C di 723°C dan itu hanya 0.008% C pada suhu kamar.
- Ini adalah struktur terlembut yang muncul pada diagram.

Definisi Strukture

Ferrite

- Rata-rata properti :
 - Kekuatan tarik = 40,000 psi.
 - Pemanjangan = 40 % in 2 in;
 - Kekerasan
 - > Rockwell C 0 or
 - > Rockwell B 90



- **Pearlite** eutectoid campuran yang mengandung 0.80% C dan dibentuk pada 723°C pada cooling sangat lambat..
- Ini adalah campuran platelike atau lamellar sangat halus ferit dan cementite.
- Latar belakang feritik putih atau matriks berisi pelat tipis sementit (gelap).



Pearlite

- Rata-rata properti :

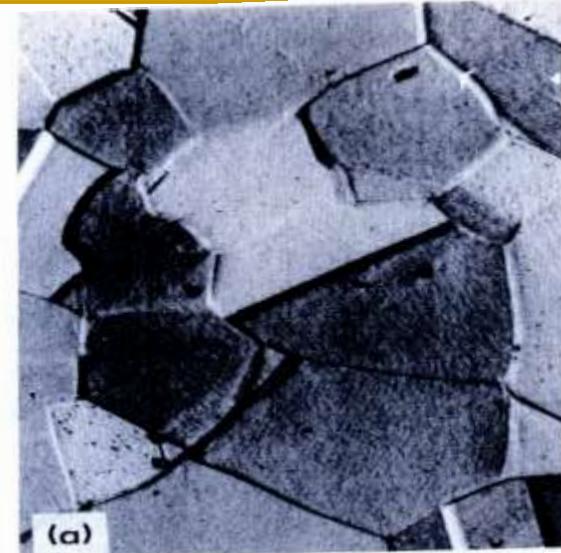
- Kekuatan tarik = 120,000 psi;
 - Pemanjangan = 20 % in 2 in.;
 - Kekerasan = Rockwell C 20, Rockwell B 95-100, or BHN 250-300.

- **Austenite** adalah larutan padat interstitial Karbon dilarutkan dalam γ (F.C.C.) iron.
- Kelarutan maksimum adalah 2,0% C di 1130° c.
- Sifat mampu bentuk yang tinggi, sebagian besar perawatan panas dimulai dengan fase tunggal ini.
- Hal ini biasanya tidak stabil pada suhu kamar. Namun, dalam kondisi tertentu adalah mungkin untuk mendapatkan austenit pada suhu kamar.

Austenite

- Rata-rata properti :

- Kekuatan tarik = 150,000 psi;
 - Pemanjangan = 10 percent in 2 in.;
 - Kekerasan = Rockwell C 40,
approx



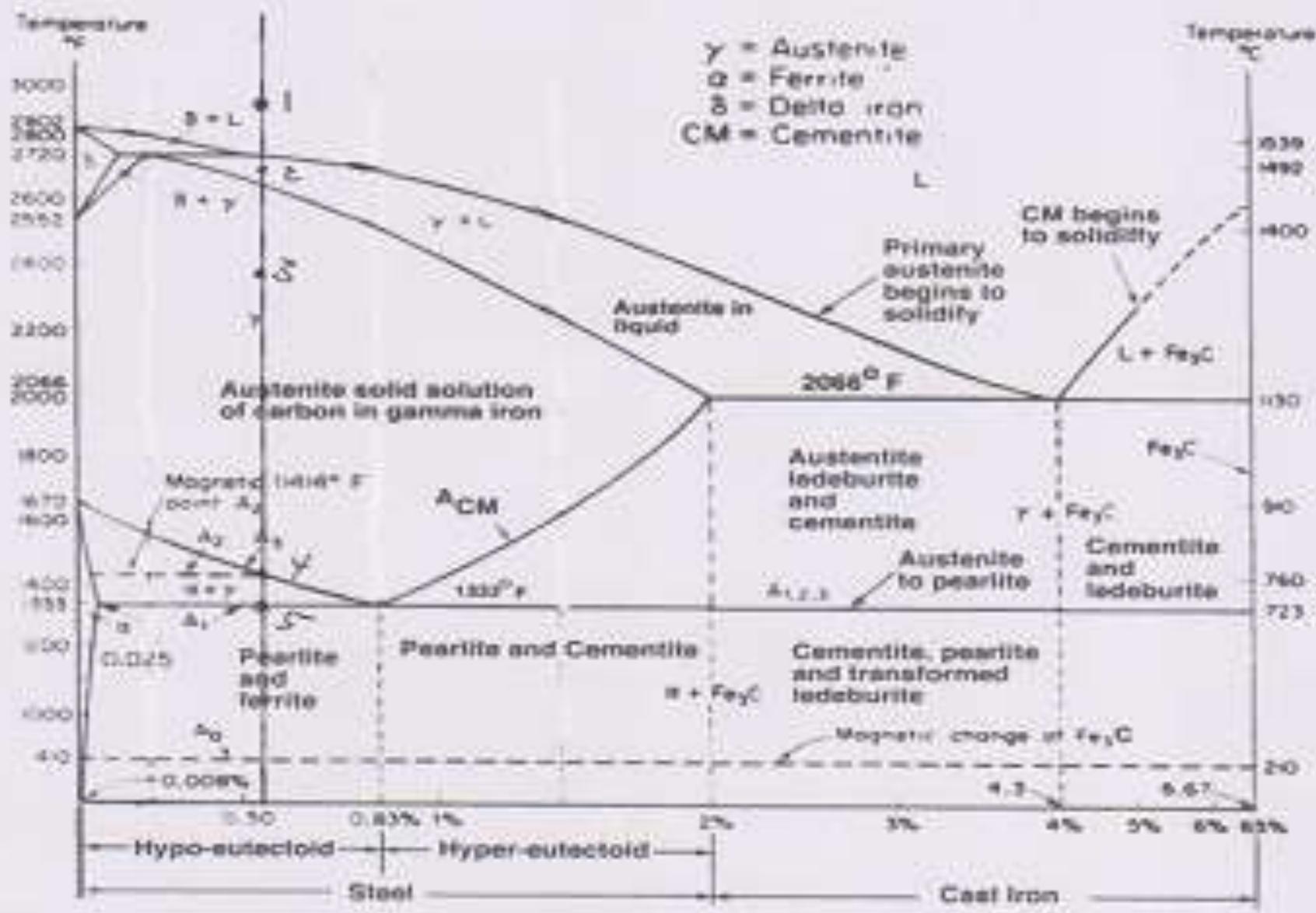
- **Cementite** atau besi karbida, adalah senyawa intermetallic yang sangat keras, rapuh besi & karbon, sebagai Fe_3C , berisi 6.67% C..
- Ini adalah struktur yang paling sulit yang muncul pada diagram, titik leleh yang tepat tidak diketahui.
- Struktur kristal adalah ortorombik
- Hal ini memiliki
 - kekuatan tarik rendah (sekitar 5.000 psi), tetapi.
 - berkekuatan tekan tinggi.

- **Ledeburite** adalah campuran eutektik austenite dan cementite.
- Berisi 4.3 persen C dan dibentuk di 1130°C .

- ⑩ **Martensite** - larutan padat super jenuh dari karbon dalam ferit.
- ⑩ Hal ini dibentuk ketika baja didinginkan begitu cepat bahwa perubahan dari Assosiasi ke pearlite ditekan.
- ⑩ Atom karbon interstisial mendistorsi ferit BCC menjadi struktur BC-tetragonal (BCT).; bertanggung jawab untuk kekerasan pada baja

Soal

- Baja dengan kadar karbon 0.4 % bagaimana solidifikasinya bila diplotkan dengan digram fasa $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$



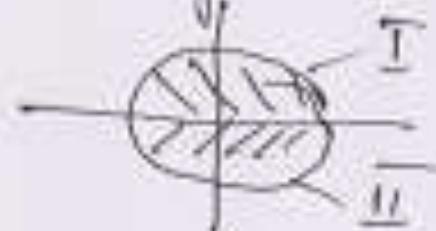
T₁ = ① 100% Fase Cair

T₂ = ② Pengintian fase f (austenite)

T₃ = ③ 100% Fase f (austenite) = Fasa tunggal (f)

T₄ = ④ Pengintian fase f (Fe₃C) pada batas
batas f (austenit).

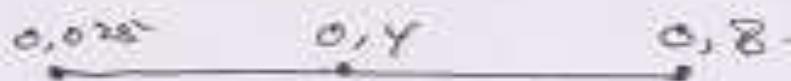
T₅ = garis komponen memotong garis
horizontal Eutektoid terjadi 2 x
transformasi fase



I. Diatas garis.

II. Dibawah garis.

I. Diatas garis



$$\delta_1 = \frac{0,8 - 0,4}{0,8 - 0,028} \times 100\% = 51\%$$

$$\phi = 49\%$$

II. Dibawah garis



$$\delta_2 = \frac{6,67 - 0,8}{6,67 - 0,025} \times 49 = 43\%$$

$$Fe_3C = 6\%$$

Tugas

- Baja dengan kadar karbon 1.4 % bagaimana solidifikasinya bila diplotkan dengan diagram fasa **Fe-Fe₃C**
- Kerjakan seperti contoh soal sebelumnya dan **dikumpulkan paling lambat tanggal 5 April 2023** di group WA

