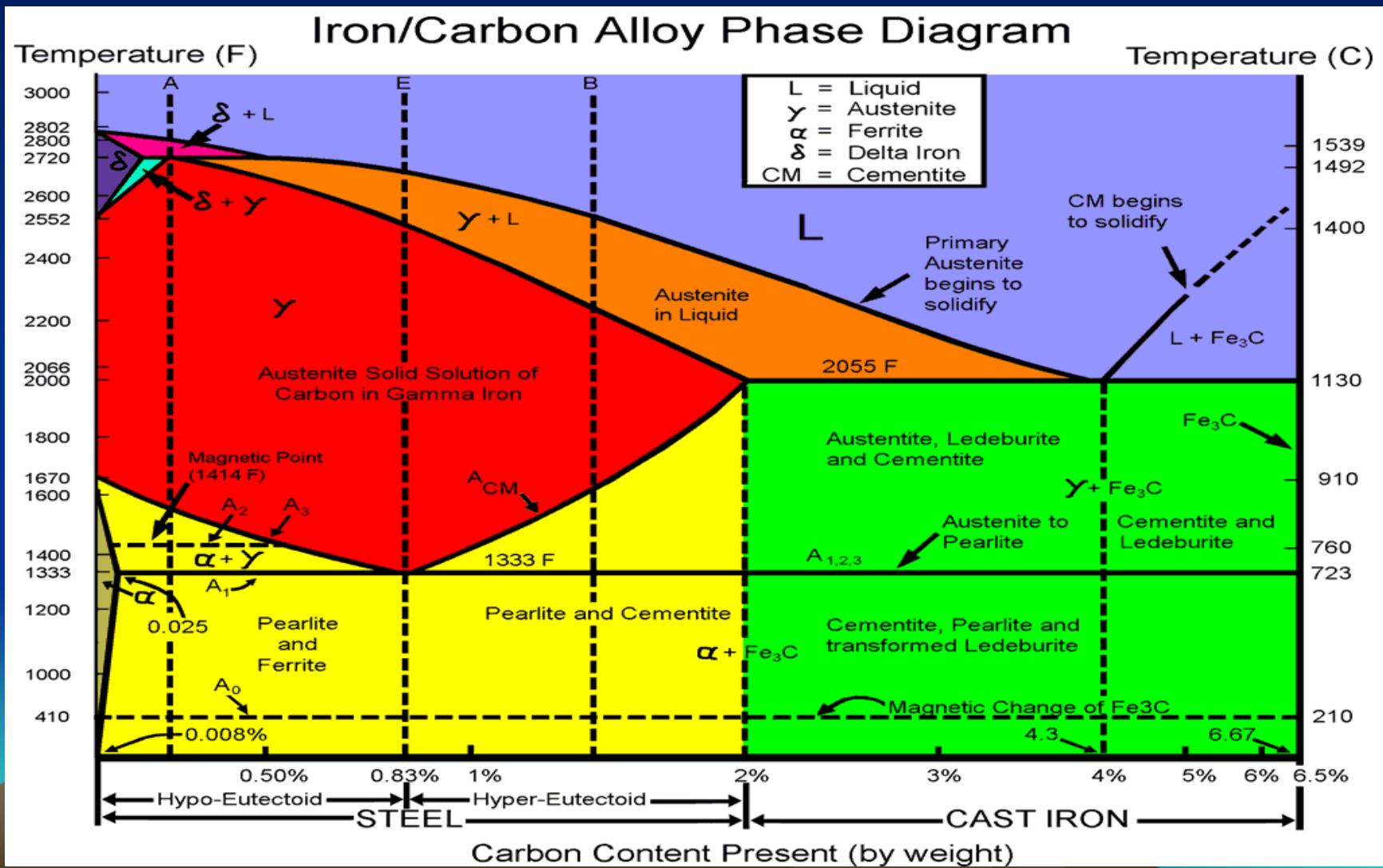


# MATA KULIAH : Material Teknik ( 3SKS )

## TMesin S1 : Klas pagi, Malam



# Diagram Fasa/diagram kesetimbangan fasa (Equilibrium phase diagram)

Pada umumnya logam tidak berdiri sendiri atau keadaan murni, tetapi lebih banyak dalam keadaan dipadu atau logam paduan dengan kandungan unsur-unsur tertentu sehingga struktur yang terdapat dalam keadaan setimbang pada temperatur dan tekanan tertentu akan berlainan.

Kombinasi dua unsur atau lebih yang membentuk paduan logam akan menghasilkan sifat yang berbeda dari logam asalnya.

Tujuan pemanfaatan = untuk memperbaiki sifat logam

Sifat yang diperbaiki adalah kekuatan, keuletan, kekerasan, ketahanan korosi, ketahanan aus, ketahanan lelah, dll.

Fasa pada suatu material didasarkan atas daerah yang berbeda dalam struktur atau komposisi dari daerah lainnya.

Fasa = bagian homogen dari suatu sistem yang memiliki sifat fisik dan kimia yang seragam.

Untuk mempelajari paduan dibuatlah kurva yang menghubungkan antara fasa, komposisi dan temperatur.

Diagram fasa adalah suatu grafik yang merupakan representasi tentang fasa-fasa yang ada dalam suatu material pada variasi temperatur, tekanan dan komposisi.

Pada umumnya diagram fasa dibangun pada keadaan kesetimbangan (kondisinya adalah pendinginan yang sangat lambat). Diagram ini dipakai untuk mengetahui dan memprediksi banyak aspek terhadap sifat material.

Informasi penting yang dapat diperoleh dari diagram fasa adalah:

1. Memperlihatkan fasa-fasa yang terjadi pada perbedaan komposisi dan temperatur dibawah kondisi pendinginan yang sangat lambat.
2. Mengindikasikan kesetimbangan kelarutan padat satu unsur atau senyawa pada unsur lain.
3. Mengindikasikan pengaruh temperatur dimana suatu paduan dibawah kondisi kesetimbangan mulai membeku dan pada rentang temperatur tertentu pembekuan terjadi.
4. Mengindikasikan temperatur dimana perbedaan fasa-fasa mulai mencair.

### **Jenis pemanfaatan:**

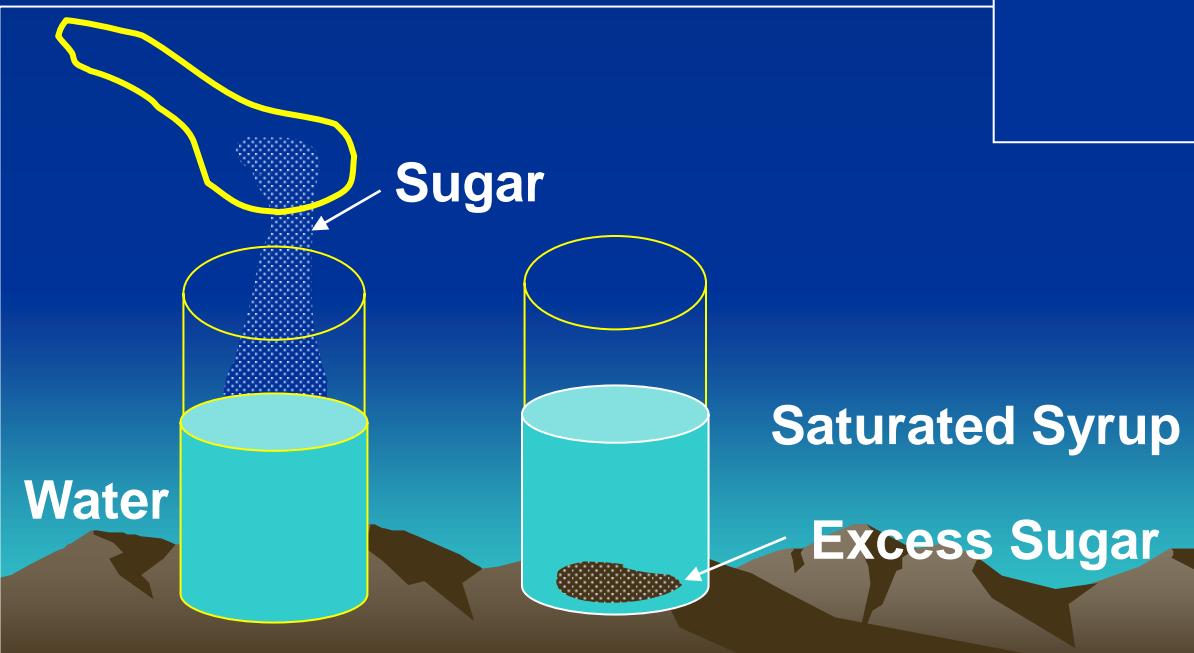
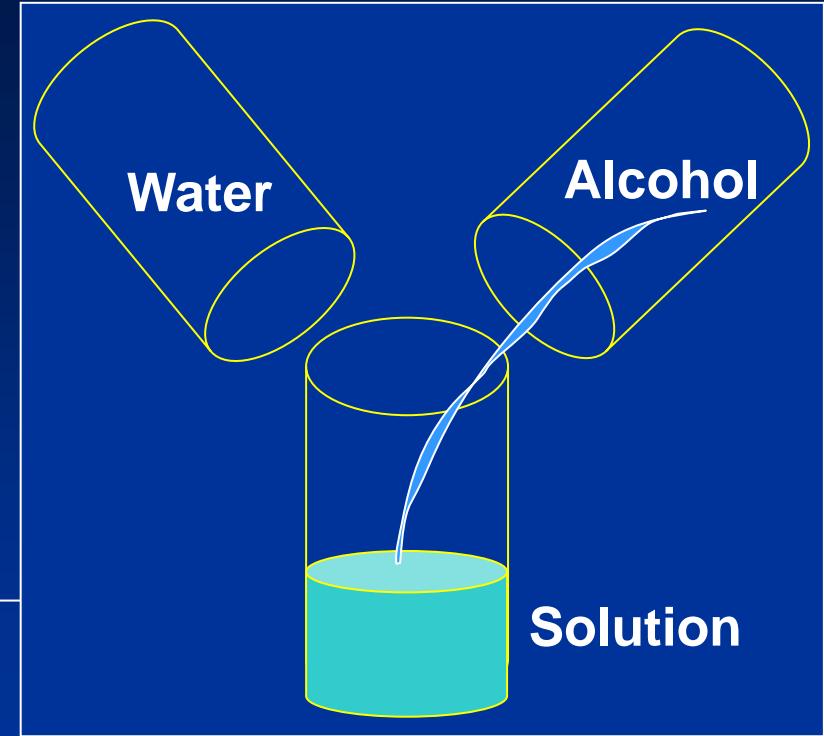
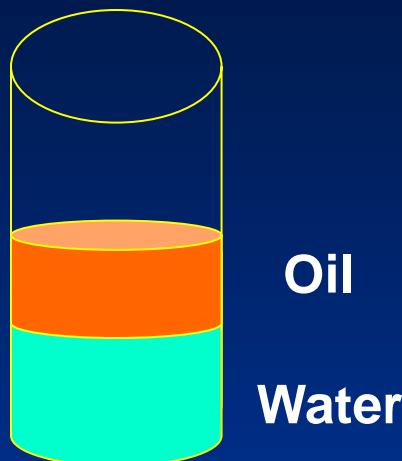
1. Unsur logam + unsur logam

Contoh: Cu + Zn; Cu + Al; Cu + Sn.

2. Unsur logam + unsur non logam

Contoh: Fe + C.

## Contoh-contoh pemanfaatan:



Pemaduan terjadi akibat adanya susunan atom sejenis ataupun ada distribusi atom yang lain pada susunan atom lainnya.

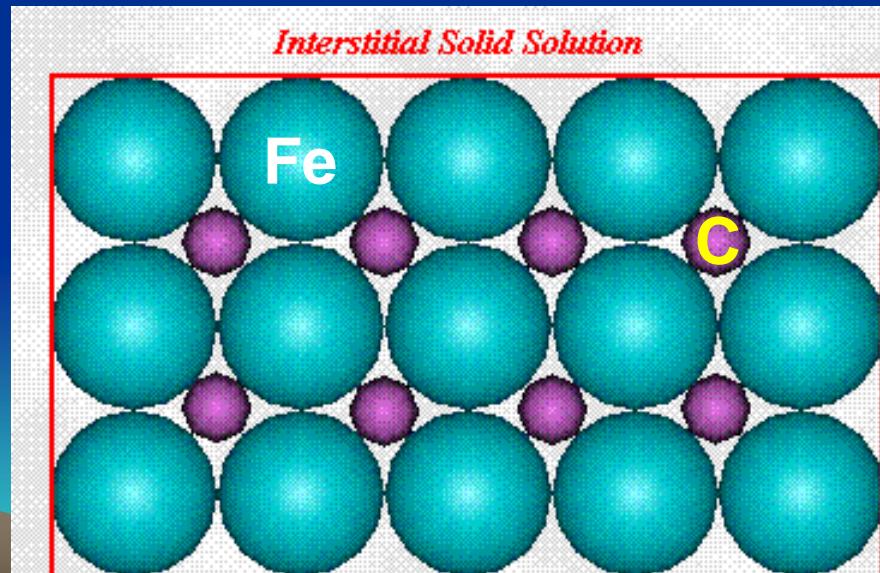
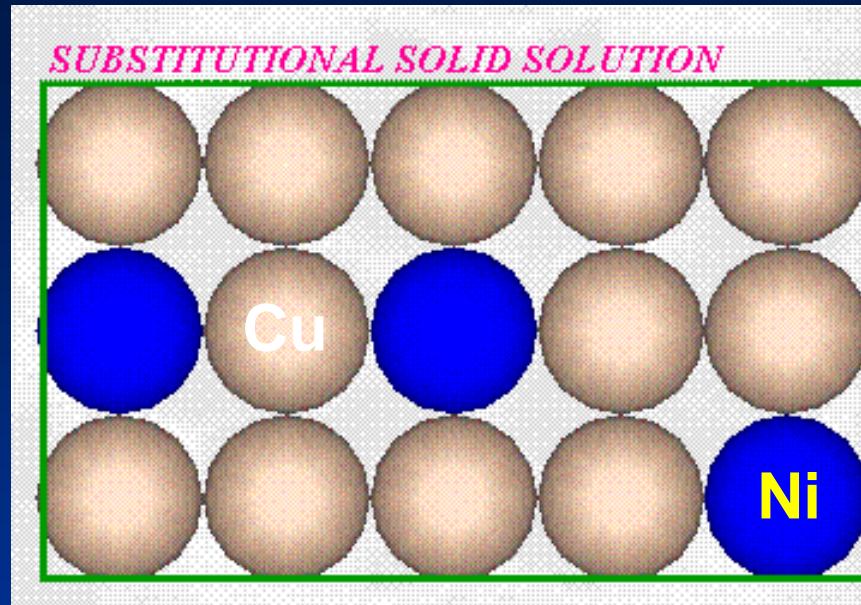
Jika ditinjau dari posisi atom-atom yang larut, diperoleh dua jenis larutan padat:

## 1. Larutan padat substitusi

Adanya atom-atom terlarut yang menempati kedudukan atom-atom pelarut.

## 2. Larutan padat interstisi

Adanya atom-atom terlarut yang menempati rongga-rongga diantara kedudukan atom/sela antara.



Untuk mengetahui kelarutan padat suatu unsur dalam unsur lainnya, **Hume-Rothery** mensyaratkan sebagai berikut:

1. Yang mempengaruhi terbentuknya jenis kelarutan ditentukan oleh faktor geometri (diameter atom dan bentuk sel satuan).

Jenis kelarutan:

- $A + B \longrightarrow C$  (sel satuan sama)

(kelarutan yang tersusun disebut kelarutan sempurna)

Dimana sifat  $C \neq$  sifat  $A$  atau  $B$

- Jika  $A$  dan  $B$  memiliki sel satuan yang berbeda

a.  $A + B \longrightarrow A'$  (dimana  $A$  yang dominan)

$\longrightarrow B'$  (dimana  $B$  dominan)

kelarutan yang tersusun disebut larut sebagian

b.  $A + B \longrightarrow A + B$  (tidak larut)

2. Larut padat substitusi/interstisi ditentukan oleh faktor diameter atom.

Jika perbedaan diameter atom yang larut dibandingkan atom pelarut lebih kecil dari 15%, maka kelarutan yang terjadi adalah *larutan padat substitusi*.

Jika perbedaan diameter atom yang larut dibandingkan atom pelarut lebih besar dari 15%, maka kelarutan yang terjadi adalah *larutan padat interstisi*.

3. Suatu hasil percampuran harus stabil

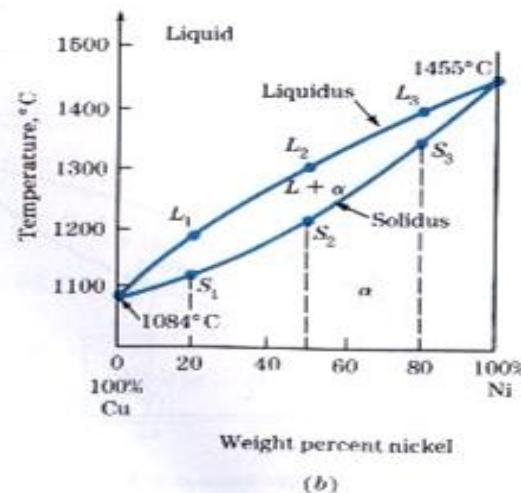
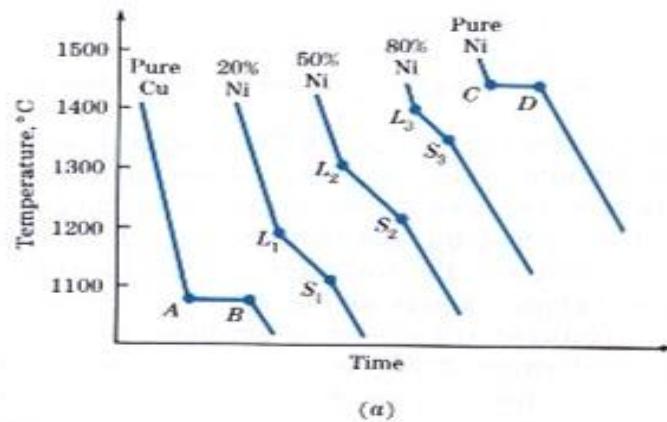
Stabilitas dari paduan dijamin oleh keelektronegatifan dan keelektropositifan, makin besar perbedaan keelektronegatifan dan keelektropositifan  $\longrightarrow$  makin stabil, tetapi kalau terlalu besar perbedaannya yang terjadi bukan larutan melainkan senyawa (*compound*)

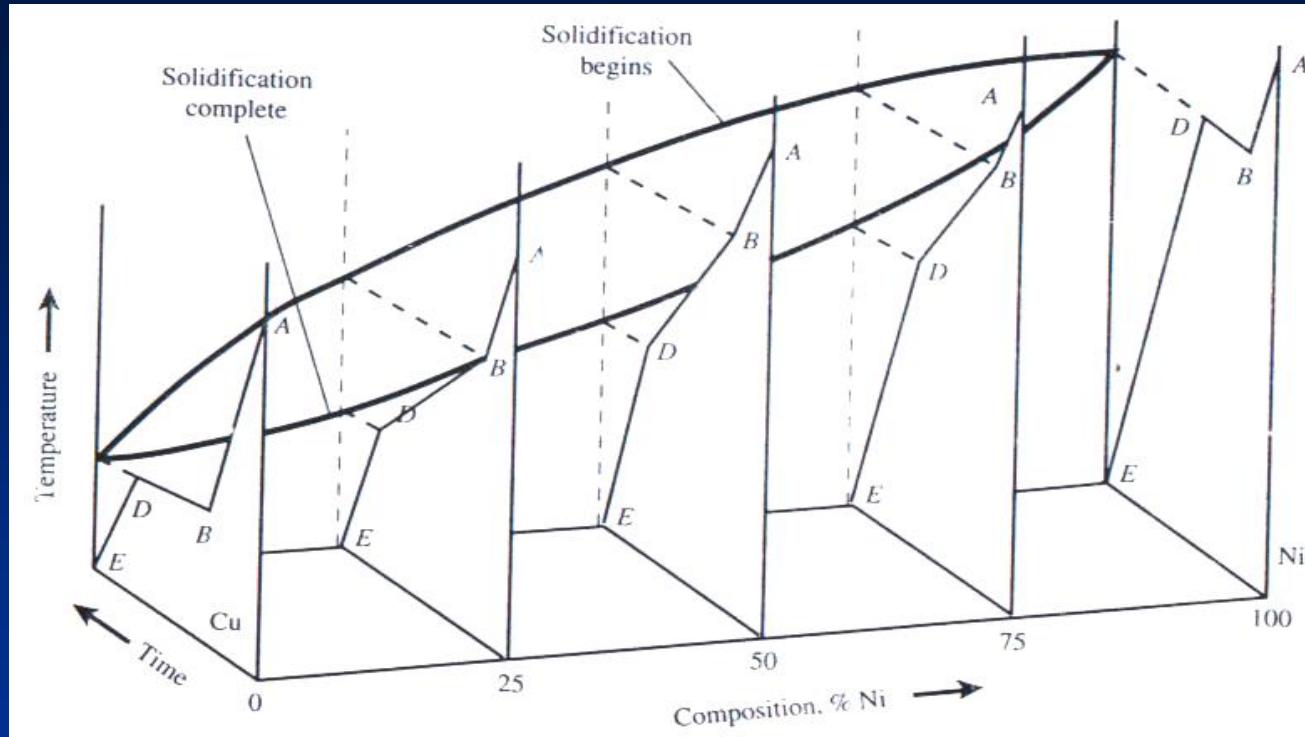
# Pembentukan diagram fasa

Hubungan antara temperatur, komposisi diplot untuk mengetahui perubahan fasa yang terjadi.

Dengan memvariasikan komposisi dari kedua unsur (0÷100%) dan kemudian dipanaskan hingga mencair setelah itu didinginkan dengan lambat (diukur oleh dilatometer/kalorimeter), maka akan diperoleh kurva pendinginan (gambar a.). Perubahan komposisi akan merubah pola dari kurva pendinginan, titik-titik A, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> dan C merupakan awal terjadinya pembekuan dan B, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> dan D merupakan akhir pembekuan. Gambar b. diagram kesetimbangan fasa Cu-Ni.

Konstruksi pembentukan diagram fasa

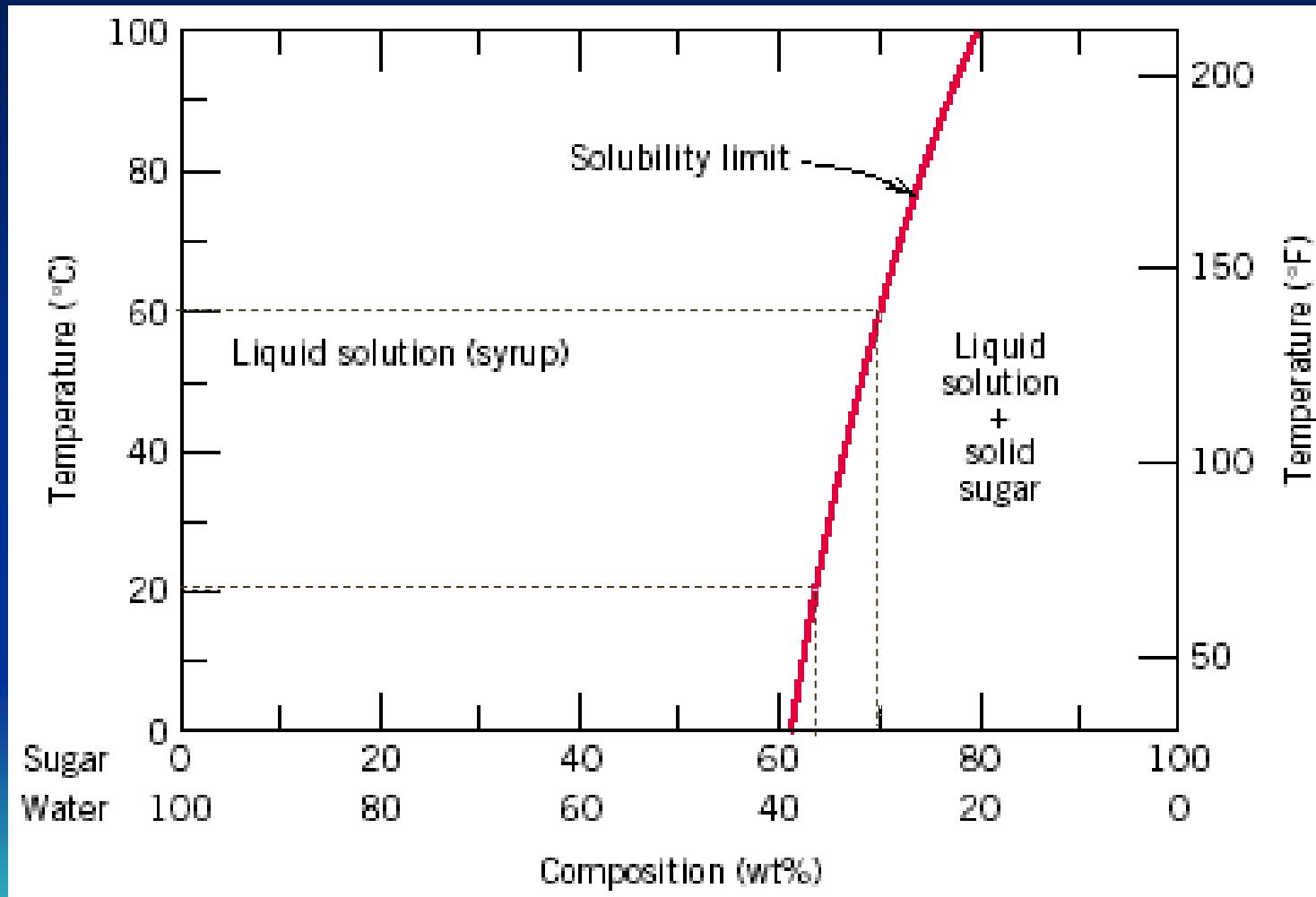




**Garis liquidus** = menunjukkan temperatur terendah dimana logam dalam keadaan cair atau temperatur dimana awal terjadinya pembekuan dari kondisi cair akibat proses pendinginan.

**Garis solidus** = menunjukkan temperatur tertinggi suatu logam dalam keadaan padat atau temperatur terendah dimana masih terdapat fasa cair.

Selain garis-garis tersebut titik-titik kritis dari keadaan cair dan padat, juga menyatakan batas kelarutan maksimum unsur terlarut didalam pelarutnya (**maximum solubility limit**).



The solubility of sugar ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) in a sugar-water syrup.

# The Solubility Limit

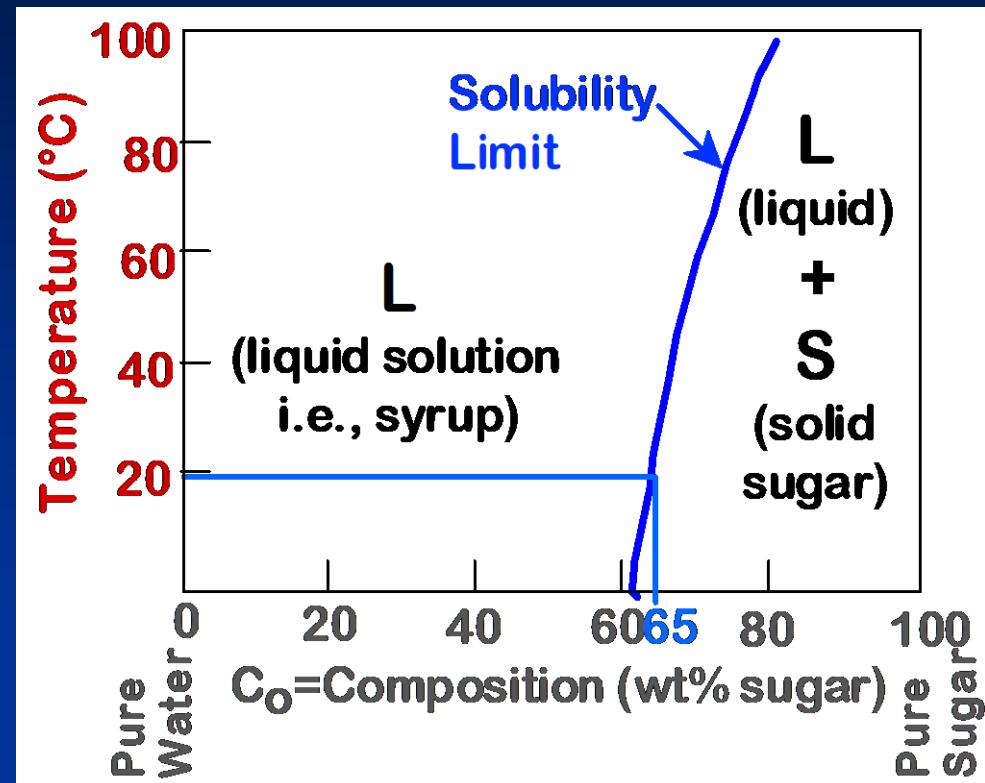
- Example:  
Phase Diagram of Water-Sugar System

Question: What is the solubility limit at 20°C?

Answer: 65wt% sugar

If  $C_o < 65\text{wt\% sugar}$ : syrup

If  $C_o > 65\text{wt\% sugar}$ : syrup + sugar



- Solubility limit increases with T:  
e.g., if T = 100°C, solubility limit = 80wt% sugar

# Effect of Temperature and Composition

- Changing T can change number of phases: path A to B
- Changing  $C_o$  can change number of phases: path B to D

- water-sugar system

