



SLIDE Pertemuan 1



Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi, IPM

Institut Teknologi Indonesia



METALURGI FISIK

- + Proses reduksi bijih besi (Ferrous)
- + Proses pembuatan baja
- + Struktur, sistim dan cacat kristal
- + Pengamatan metalografi
- + Diagram fasa
- + Perlakuan panas
- + Efek strain hardening
- + Sifat-sifat mekanis dan pengujiannya



KLASIFIKASI LOGAM

✚ FERROUS : $\text{Fe} \geq 50 \%$ diklasifikasikan menjadi :

- Baja : 1. Menurut kadar C (plain carbon steel) : Baja karbon rendah
Baja karbon sedang
Baja karbon tinggi

2. Menurut penggunaannya

3. Menurut perlakuan panas

- Besi tuang : 1. Besi tuang kelabu
2. Besi tuang putih
3. Besi tuang berbintik
4. Besi tuang mampu tempa
5. Besi tuang bergrafit bulat



✚ Non Ferrous : Fe < 50 %, diklasifikasikan menjadi :

- Aluminium (Al)
- Magnesium (Mg)
- Tembaga (Cu)
- Kuningan / brass (Cu – Zn)
- Perunggu / bronze (Cu – Sn)
- Timah putih (Sn)
- Timah hitam (Pb)
- Seng (Zn)
- Nikel (Ni)
- dsb



PERBEDAAN BAJA DAN BESI

Dapat ditinjau dari :

1. Komposisi kimia
2. Sifat-sifat mekanis
3. Proses pembuatannya



BESI

$2\% < C < 6,67\%$

$Mn < 1\%$

$Si = 1 - 3\%$

$P < 0,05\%$

$S < 0,05\%$

-
- Keras dan getas
 - Meredam getaran

- Proses pembuatannya secara reduksi

BAJA

$0,002\% < C < 2\%$

$Mn < 1\%$

$Si < 1\%$

$P < 0,05\%$

$S < 0,05\%$

-
- Dapat dibentuk secara plastis
 - Meneruskan getaran

- Proses pembuatannya secara oksidasi



PROSES PEMBUATAN BESI BAJA





REDUKSI BIJIH BESI

Besi diperoleh dari mineral bijih besi yang terdiri dari :

✚ Hidroksida (Fe 20 – 50 %) dapat berupa :

- Goetmit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
- Laterit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)

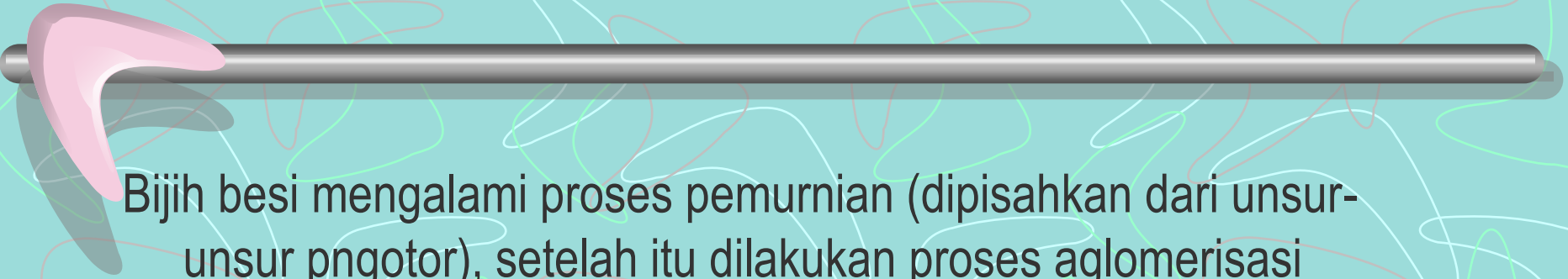
✚ Oksida (Fe 40 – 70 %)

- Magnetit (Fe_2O_3)
- Hematit (Fe_3O_4)

✚ Karbonat (Fe 30 – 40 %)

- FeCO_3
- CaCO_3

✚ Unsur-unsur lain : SiO_2 , P, S dll



Bijih besi mengalami proses pemurnian (dipisahkan dari unsur-unsur pengotor), setelah itu dilakukan proses aglomerisasi (penggumpalan) membentuk oksida-oksida besi dari magnetit atau hematit.

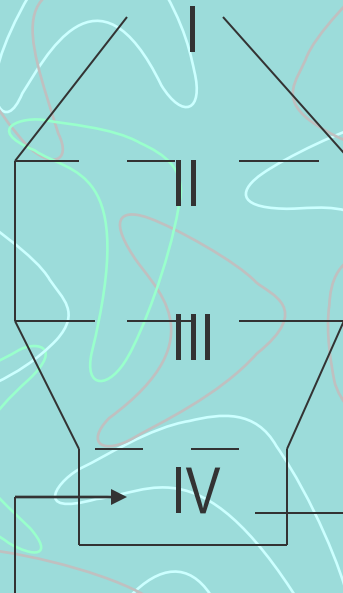
Oksida-oksida besi tsb diproses / dipanaskan dan ditekan membentuk pelet (bulat berdiameter 2 mm) dan dapat juga berupa sinter (bentuknya tidak beraturan)

Pelet (Fe_2O_3 . Fe_3O_4) kemudian dilakukan proses reduksi, yang secara garis besar perubahannya adalah sbb :



KLASIFIKASI REDUKSI BIJIH BESI

- Reduksi Tidak Langsung : dilakukan dalam dapur yang disebut dapur tinggi (blast furnace).



- I. Stack
- II. Saucher Bosch
- III. Bosch
- IV. Hearth

besi cair (pig iron)

ditiupkan udara panas

Pada stack, feed (umpan) dimasukkan berselang seling mulai dari pelet, batu kapur, kokas demikian seterusnya

iron ore, coke and limestone

hot waste gases

hot waste gases

400°C

steel lined with
heat-resistant
brick

1800°C

hot air blast

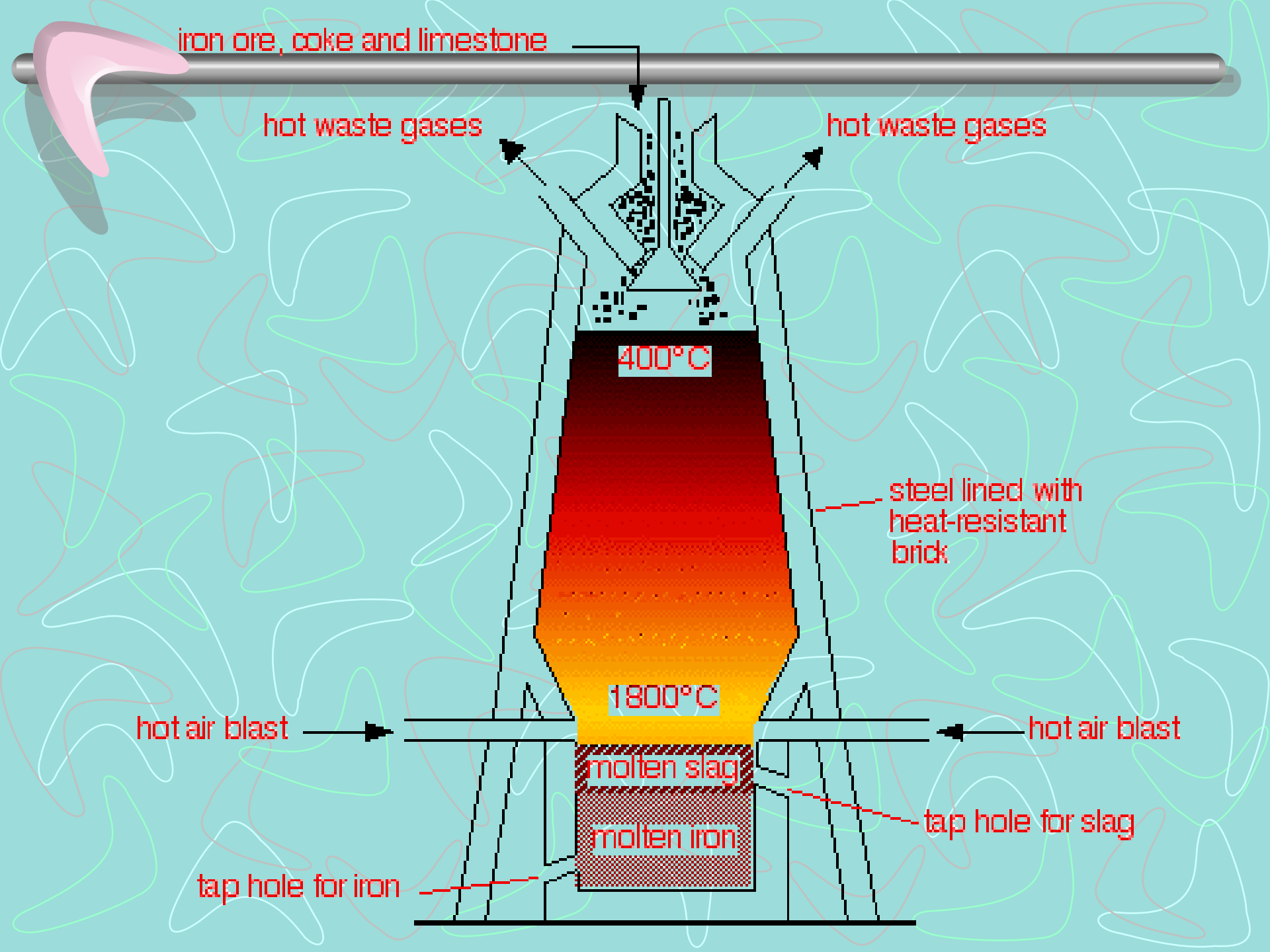
hot air blast

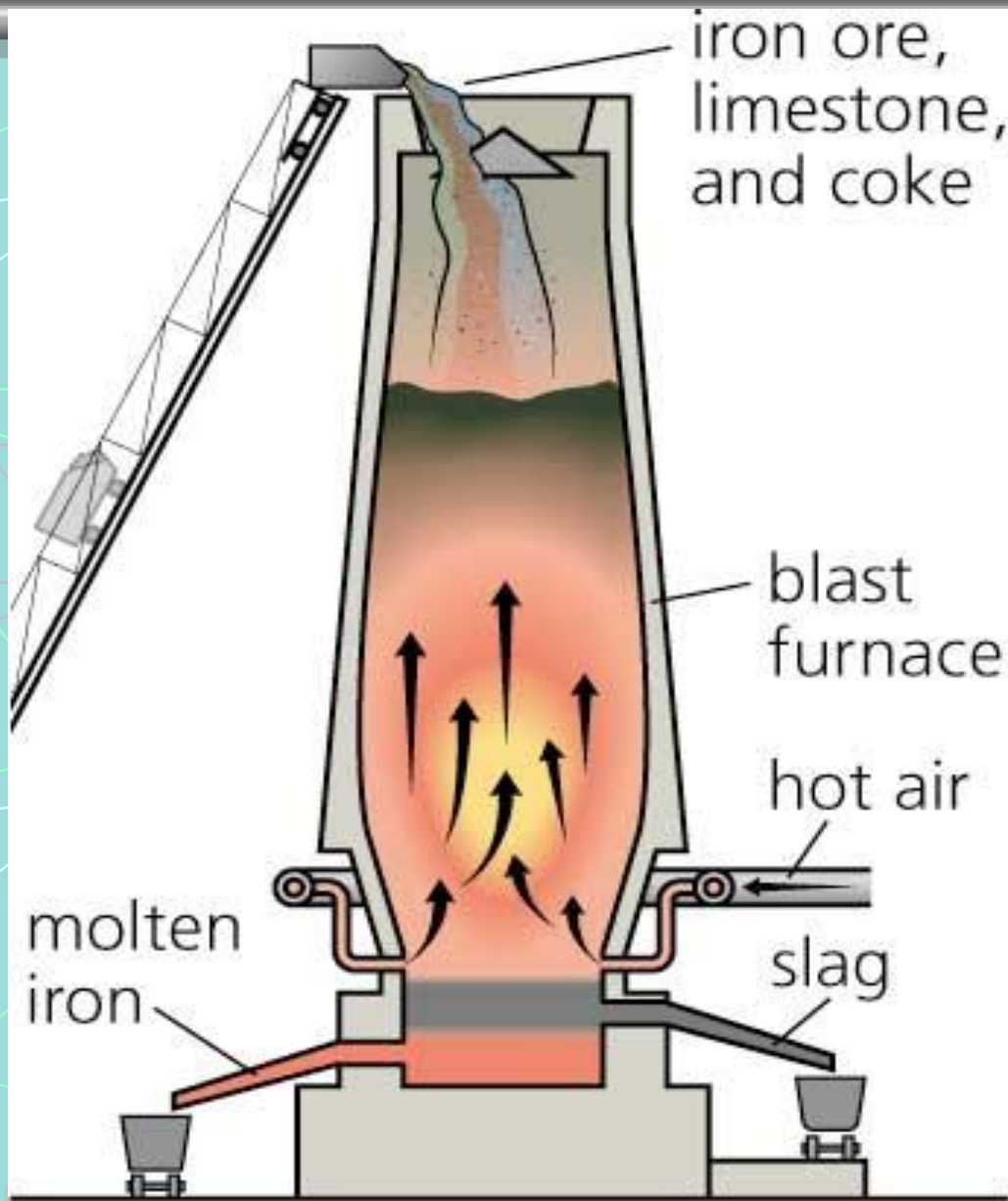
molten slag

molten iron

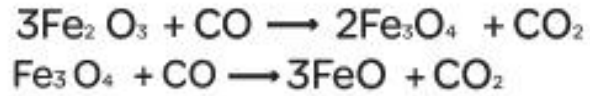
tap hole for slag

tap hole for iron

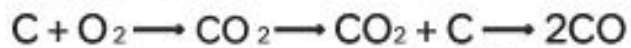




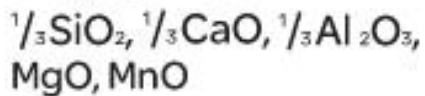
Burden charging



Hot blast air



Slag tap hole



250°C

Charge distribution

Low temperature distribution

CO+N2

Stack

Indirect reduction

Swelling & Softening

1200°C

Bosh

Coke solution/direct reduction primary slag formation

Flood phenomena

1700°C

Tuyeres

Effect of raceway conditions

1500°C

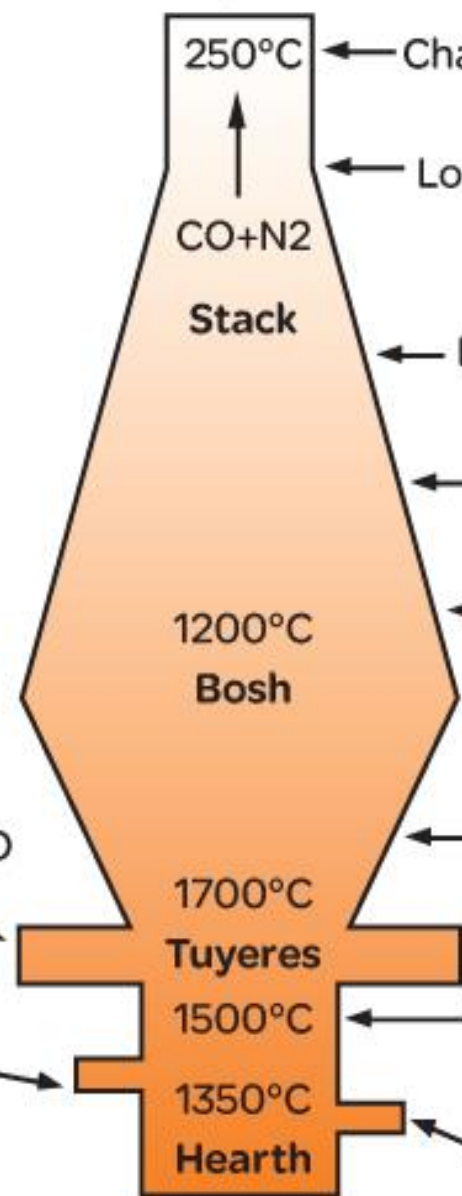
1350°C

Hearth

Pig iron tap hole

Fe, C, Si, S, P, Mn - 93% Iron

Figure 1





REAKSI REDUKSI TIDAK LANGSUNG

- Pada bagian bosch terjadi reaksi pembuatan gas reduktor :



- Pada bagian stack terjadi reaksi reduksi :



Fe (besi murni) yang diperoleh ini adalah dalam **fasa cair (pig iron)**



➤ Reduksi Langsung.

Disebut dengan proses HYL.(Hoyalanta). Gas reduktor yang digunakan berasal dari LNG (gas alam cair) :CH₄ yang direaksikan dengan uap air panas (H₂O) sebagai berikut :



Gas reduktor tersebut digunakan untuk mereduksi pelet :




Besi yang dihasilkan berbentuk padatan (sponge iron)



PERBEDAAN REDUKSI LANGSUNG & TIDAK LANGSUNG

- ✚ Reaksinya berbeda, pada reduksi tidak langsung Fe diperoleh dari beberapa tahap reaksi, pada reduksi langsung dengan 1 tahap reaksi dapat diperoleh Fe murni
- ✚ Hasil akhirnya berbeda, output dari reduksi tidak langsung adalah besi dalam keadaan cair (pig iron), output dari reduksi langsung adalah besi dalam keadaan padat (sponge iron)
- ✚ Sumber gas reduktornya berbeda, reduksi tidak langsung menggunakan kokas untuk menghasilkan gas reduktor CO, reduksi langsung menggunakan CH_4 untuk menghasilkan gas reduktor CO dan H_2

- 
- ✚ Kualitasnya berbeda, reduksi langsung menghasilkan besi dengan kualitas yang lebih baik daripada reduksi tidak langsung. Karena reduksi tidak langsung menggunakan kokas untuk menghasilkan gas reduktor. Kokas berasal dari batubara yang mengandung Sulfur (S), dimana S tsb dapat ikut masuk ke dalam besi hasil reduksi yang mengakibatkan besi mengalami hot shortness (retak panas)



PROSES PEMBUATAN BAJA

Melalui proses oksidasi yang tujuannya :

1. Mengurangi % C dalam besi : $C + O_2 \longrightarrow CO_2$
2. Menambahkan unsur-unsur paduan
3. Mengurangi gas-gas yang larut
untuk mencegah kegetasan dalam baja