

METALURGI SERBUK (POWDER METALLURGY)

Metalurgi Serbuk :

Teknologi pemrosesan logam dimana part-part diproduksi dari serbuk metal.

Teknologi proses produksi secara umum :

- Serbuk dipadatkan (di *compressed/ pressed*) ke dlm wadah dng bentuk spt yg diinginkan kemudian dipanaskan shg mengakibatkan ikatan partikel menjadi kuat & padat.
- Proses produksi ini menggunakan mesin *press* dng perkakas yg didisain spesifik sesuai part yg akan dibuat. Perkakas tsb terdiri dari cetakan (*dies*) & penekan (*punches*).
- Proses pemanasannya disebut *sintering* yaitu dng temperatur di bawah titik lebur logamnya.

Beberapa hal yg membuat Metalurgi Serbuk (MS) adalah teknologi komersial yg penting yaitu:

1. Part-part MS dpt diproduksi massal menjadi/ mendekati bentuk yg diinginkan. Mengurangi kebutuhan akan proses-proses berikutnya.
2. MS hanya menghasilkan sedikit sekali bagian material yg terbuang (*waste*), $\pm 97\%$ dari serbuk awal akan menghasilkan produk jadi. Ini dpt dibandingkan dng proses pengecoran yg memiliki saluran tuang (*sprue*), saluran masuk (*runners*) & saluran keluar (*risers*) yg merupakan material terbuang (*waste*).
3. Secara alamiah dari material awalnya, part-part MS memiliki tingkat porositas spesifik yg dpt dibuat sesuai keinginan. Porositas logam diperlukan utk menyimpan kandungan pelumas (*oil*) misal pada part bantalan (*bearing*) & roda gigi (*gear*).
4. Logam tertentu kadangkala sangat sulit dibentuk selain menggunakan proses MS, contoh *tungsten* yg digunakan sbg filamen lampu pijar.

5. Kombinasi paduan logam & polimer ataupun keramik (*composite*) tertentu hanya dpt diproduksi menggunakan proses MS.
6. Toleransi dimensi produk yg dihasilkan $\pm 0,13$ mm, sangat kecil jika dibandingkan proses pengecoran (*casting*).
7. Proses MS dpt di otomatisasi agar produksi lebih ekonomis.

Beberapa keterbatasan & kelemahan proses MS:

- Biaya mahal untuk pengadaan peralatan & perkakas.
- Serbuk logam yang mahal.
- Sulitnya penempatan & penanganan serbuk metal.
- Serbuk metal tidak dapat mengalir secara lateral pada cetakan selama proses *pressing*, sehingga diperlukan kelonggaran untuk mengeluarkan part dari cetakan (*dies*) setelah *pressing*.
- Bervariasinya kerapatan (*density*) material dari part merupakan problem MS, khususnya utk bentuk-bentuk geometris yg rumit.

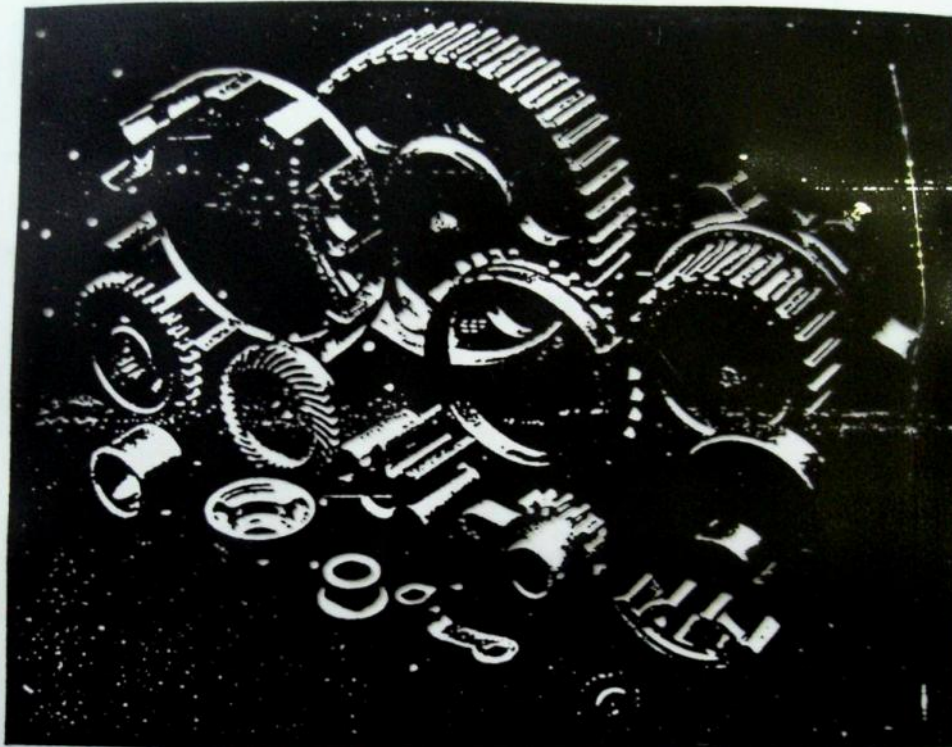
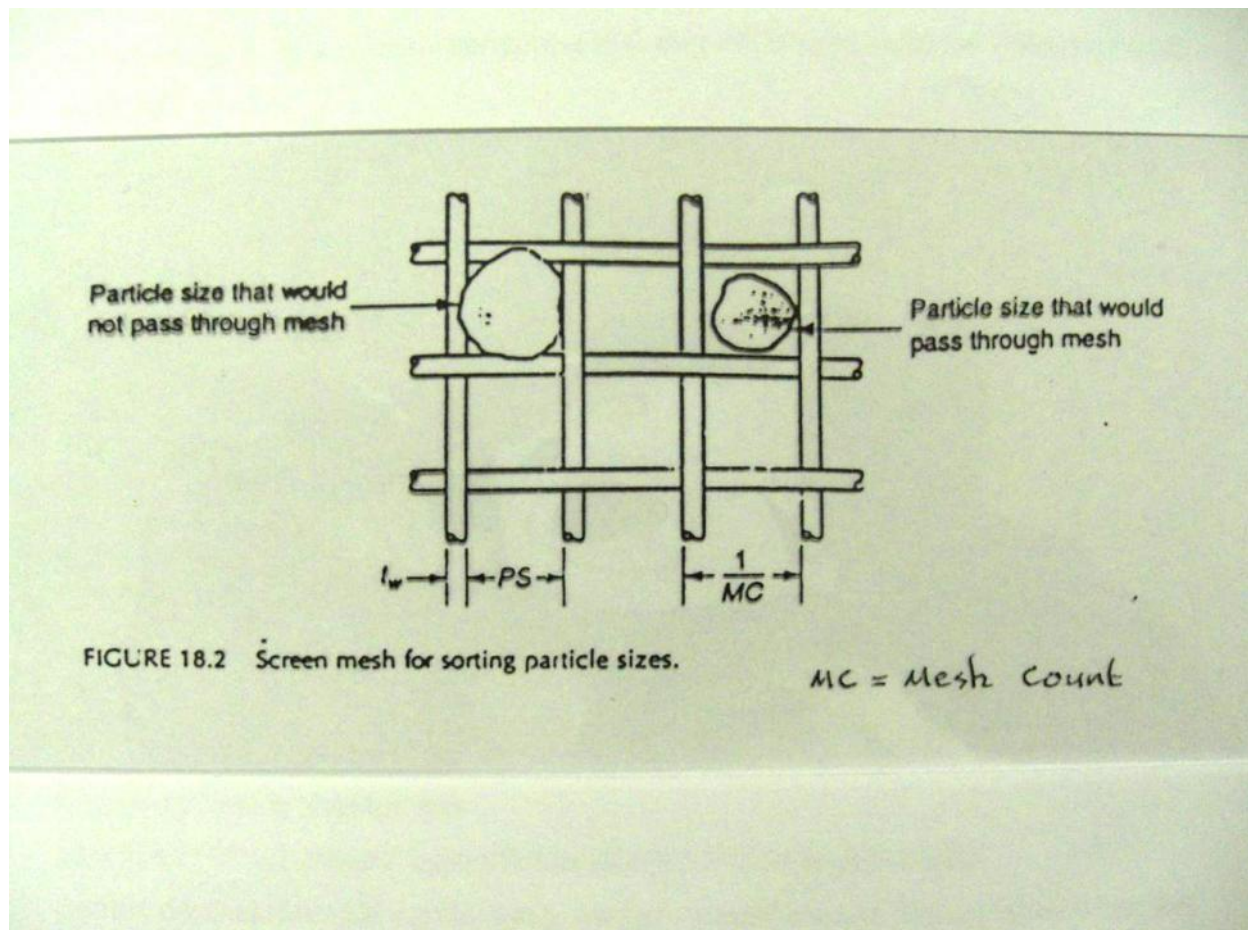


FIGURE 18.1 A collection of powder metallurgy parts (courtesy of Dorst America, Inc.).

I. Karakteristik Serbuk :

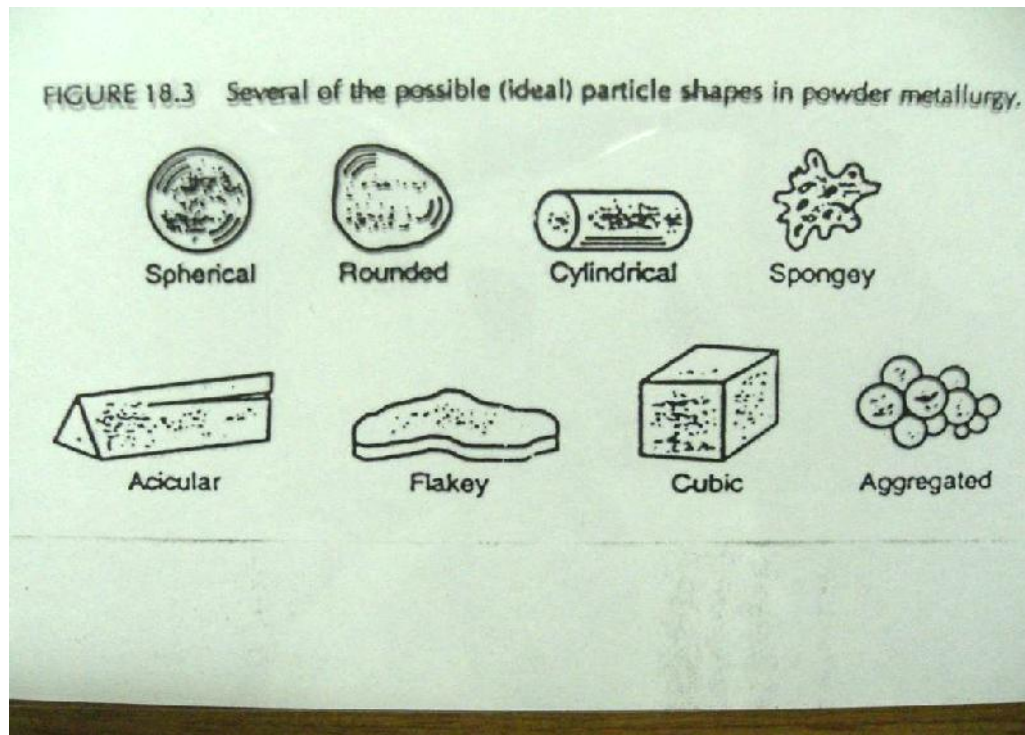
- Tampilan bentuk (*geometric features*) memiliki atribut :
 - Ukuran partikel & penyebarannya.
 - Bentuk partikel & struktur dalam.
 - Luas permukaan.
- *Screen Mesh* (ayakan penyaring) 200 artinya ada 200 lubang per-inch linier. Jika berbentuk bujursangkar berarti $200^2 = 40000$ butir per-inch². Sehingga jika nomor *screen mesh* lebih besar berarti ukuran butiran lebih kecil. Ukuran butir (mungkin) disebut 230 utk melalui penyaring 200, mengindikasikan bahwa serbuk dpt melalui penyaring 200 tetapi bukan penyaring 230 shg utk kemudahannya disebut ukuran butir 200.



- Bentuk partikel & struktur dlm

Diperlukan teknik *microscopic* utk menentukan karakteristik bentuk.

Ruang yang terbentuk di antara partikel atau serbuk yang hilang menghasilkan pori-pori yang disebut pori-pori terbuka. Pori-pori ini yang dapat dipenetrasi oleh air, pelumas atau logam cair. Sedangkan pori-pori tertutup adalah rongga yang terdapat pada struktur individual partikel.



- Luas permukaan sangat dipengaruhi bentuk partikel.

Faktor bentuk partikel, $K_s = A \times D / V$

Dimana, $K_s =$ factor bentuk (*shape factor*)

$A =$ luas permukaan (mm^2)

$D =$ diameter (bola) (mm)

$=$ diameter volume bentuk (selain bola) (mm)

$V =$ volume (mm^3)

Dengan demikian maka : $K_s / D = A / V$

Ukuran partikel semakin kecil atau factor bentuk semakin besar berarti luas permukaan lebih besar (dng berat yg sama) dari serbuk metal.

Alasan penggunaan ukuran partikel yg lebih kecil disebabkan partikel-partikel tsb memiliki sifat mekanis yg lebih seragam & lebih baik pada MS produk jadi.

II. Produksi Serbuk Metal

Umumnya produsen serbuk metal berbeda dng pembuat part-part dari metal serbuk.

Secara prinsip metode pembuatan serbuk metal melalui :

1. Atomisasi (*Atomization*)
2. Kimiawi (*chemical*)
3. Elektrolisa (*electrolytic*)

1. Atomisasi

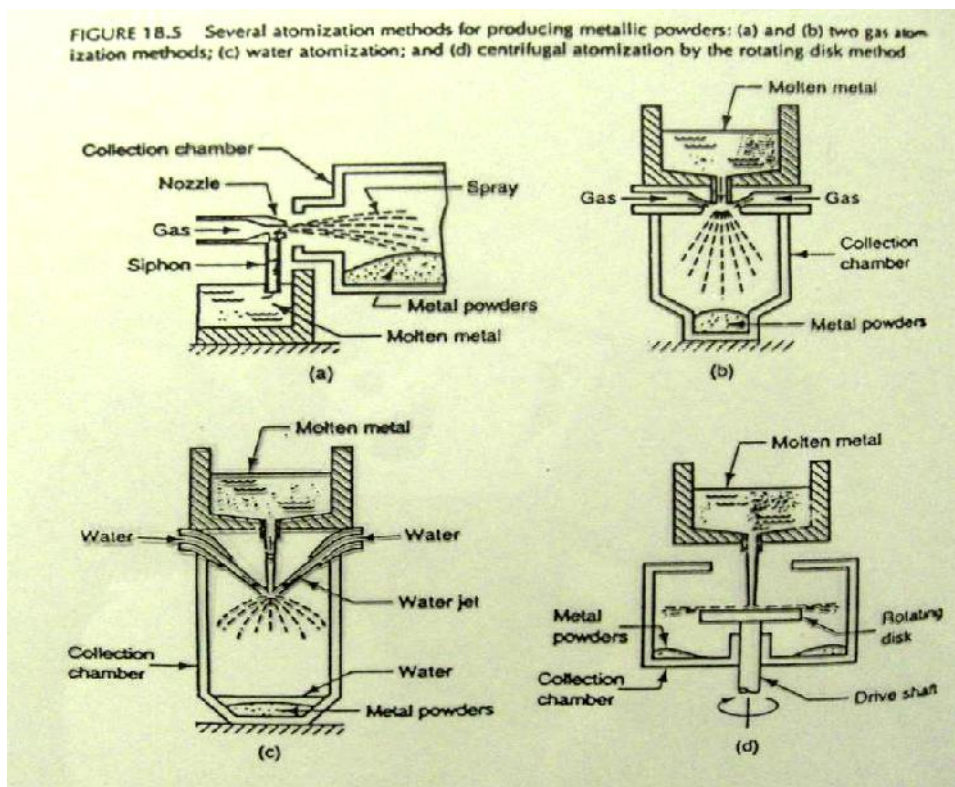
Atomisasi adalah proses mengkonversi cairan logam melalui penyemprot bertekanan sehingga partikel-partikel tersebut berubah menjadi serbuk.

Proses ini paling banyak digunakan utk memproduksi serbuk metal.

Dapat diaplikasikan ke hampir semua jenis logam baik paduan maupun murni.

Proses atomisasi dng metode :

- Gas/ udara kecepatan tinggi.
- Air kecepatan tinggi ; kelemahannya mudah terjadi oksidasi pada permukaan partikel, shg umumnya air diganti dng oli sintetik.
- Sentrifugal ; Melalui putaran dari piringan mekanis.



Pada proses atomisasi dng metode gas atau air ; ukuran partikel di kendalikan dari kecepatan aliran fluida, ukuran partikel berbanding terbalik dng kecepatan.

2. Kimiawi

Dng reaksi kimia maka unsur-unsur logam akan terpisahkan dari oksidanya menggunakan unsur-unsur pereduksi spt *hydrogen* atau *karbon monoksida* (unsur-unsur pereduksi akan mengikat *oksigen* yg ada di dlm elemen-elemen logam).

Proses ini digunakan utk memproduksi serbuk *besi, tungsten, & tembaga*.

Proses kimiawi lainnya misalkan dng mendekomposisi *besi pentakarbonil* utk menghasilkan partikel-partikel berbentuk bola (*spherical*) dng kemurnian yg tinggi. Prosesnya dpt diamati menggunakan *photo micrograph* (diameter 0,25 – 3,0 μm).

3. Elektrolisis

Di dlm sel elektrolisa logam/ metal yg akan diurai berfungsi sebagai *anoda*.

Dng diberi tegangan secara perlahan *anoda* akan terurai & melalui larutan *elektrolite* akan mengendap di kutub *kathoda*.

Endapan dipindahkan/ diangkat, dibersihkan & di keringkan shg di dpt metal serbuk dng kemurnian sangat tinggi.

Teknik ini digunakan utk memproduksi serbuk *berilium, tembaga, besi, perak, titanium*.

III. Pressing & Sintering Konvensional.

1. Penggilingan/ penghalusan (*blending*) & pencampuran serbuk (*mixing*).

Blending dilakukan pd serbuk dari komposisi kimia yg sama tetapi umumnya dari ukuran partikel yg berbeda. Ukuran partikel berbeda sering digiling utk mengurangi porositas.

Mixing dilakukan utk mengkombinasikan serbuk dari sifat-sifat kimia yg berbeda.

Salah satu keuntungan teknik metalurgi serbuk (MS) adalah dimungkinkannya utk mencampurkan berbagai logam ke dlm paduan yg sangat sulit atau tdk mungkin di lakukan oleh proses lain.

FIGURE 18.7 The conventional powder metallurgy production sequence: (1) blending, (2) compacting, and (3) sintering; (a) shows the condition of the particles while (b) shows the operation and/or workpart during the sequence.

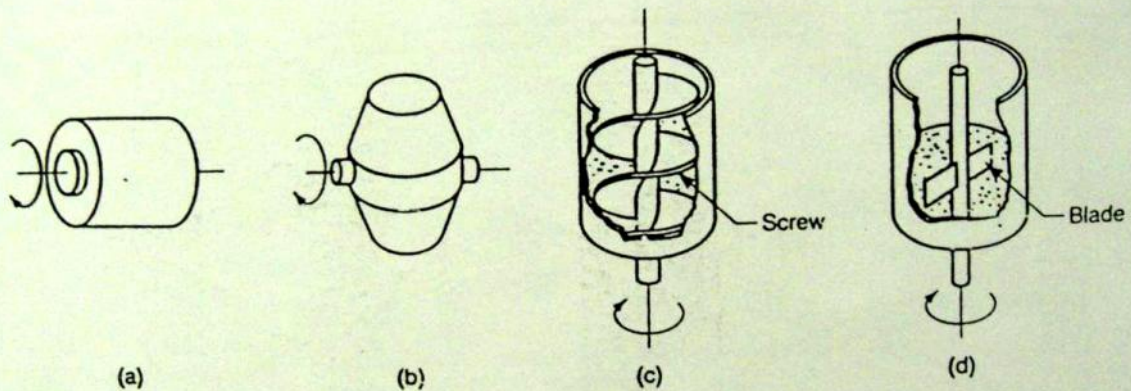
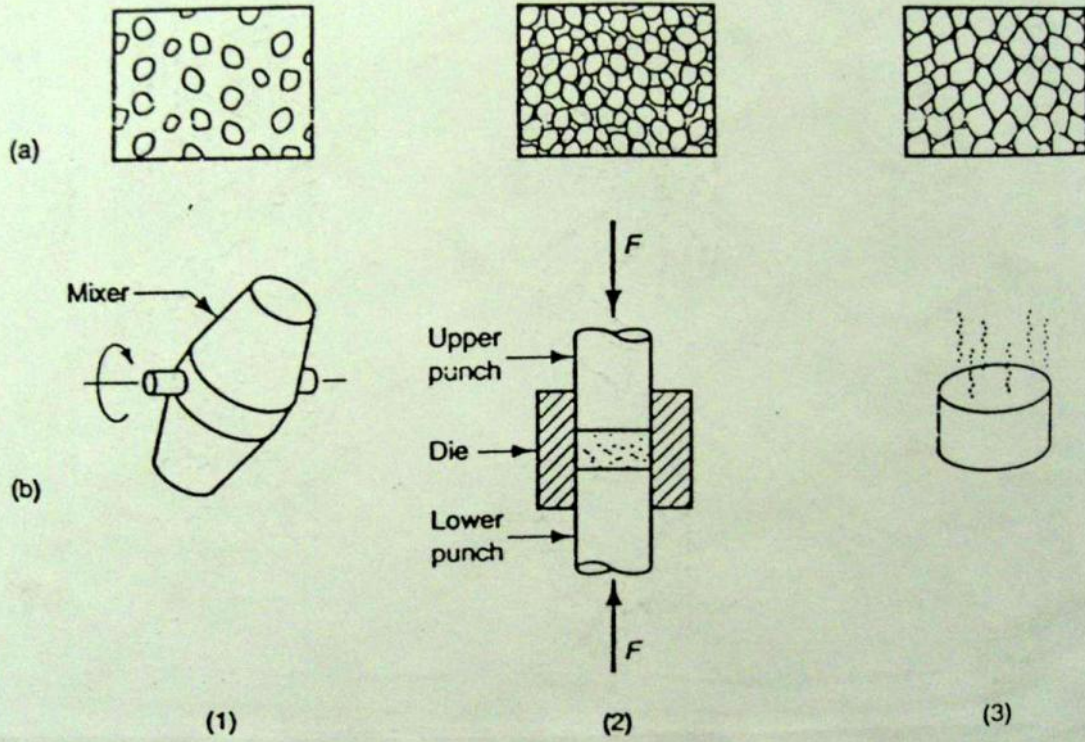


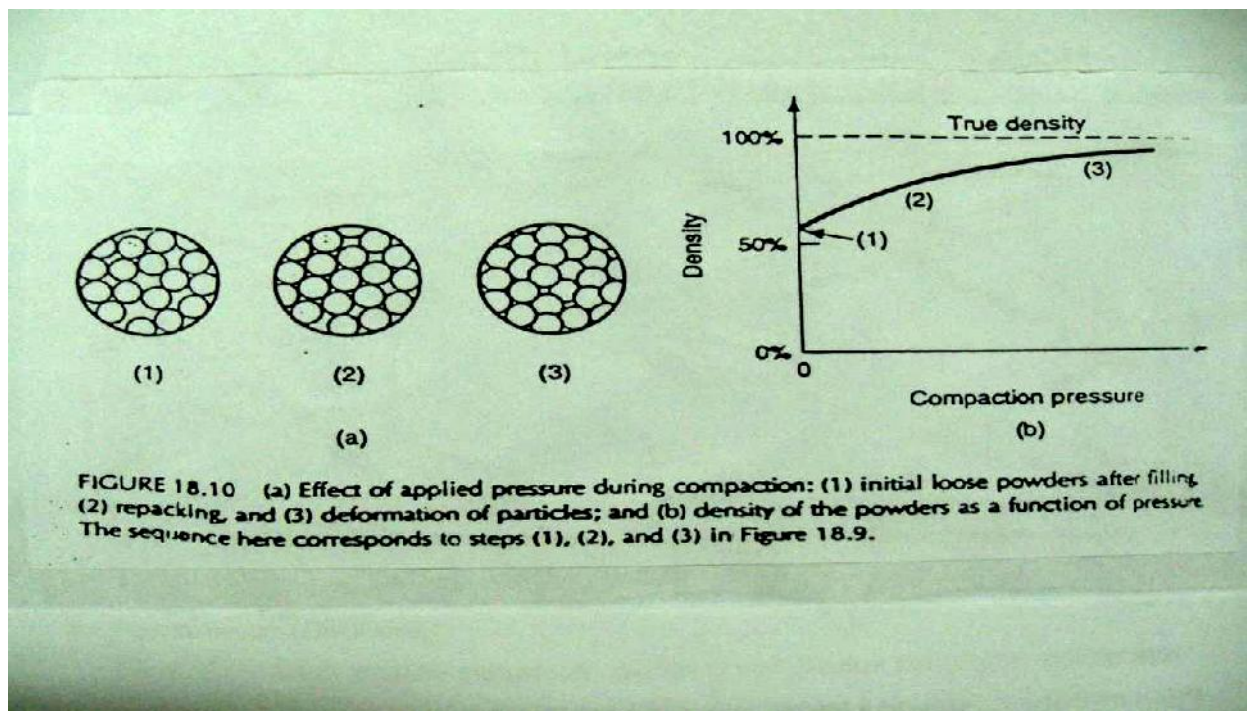
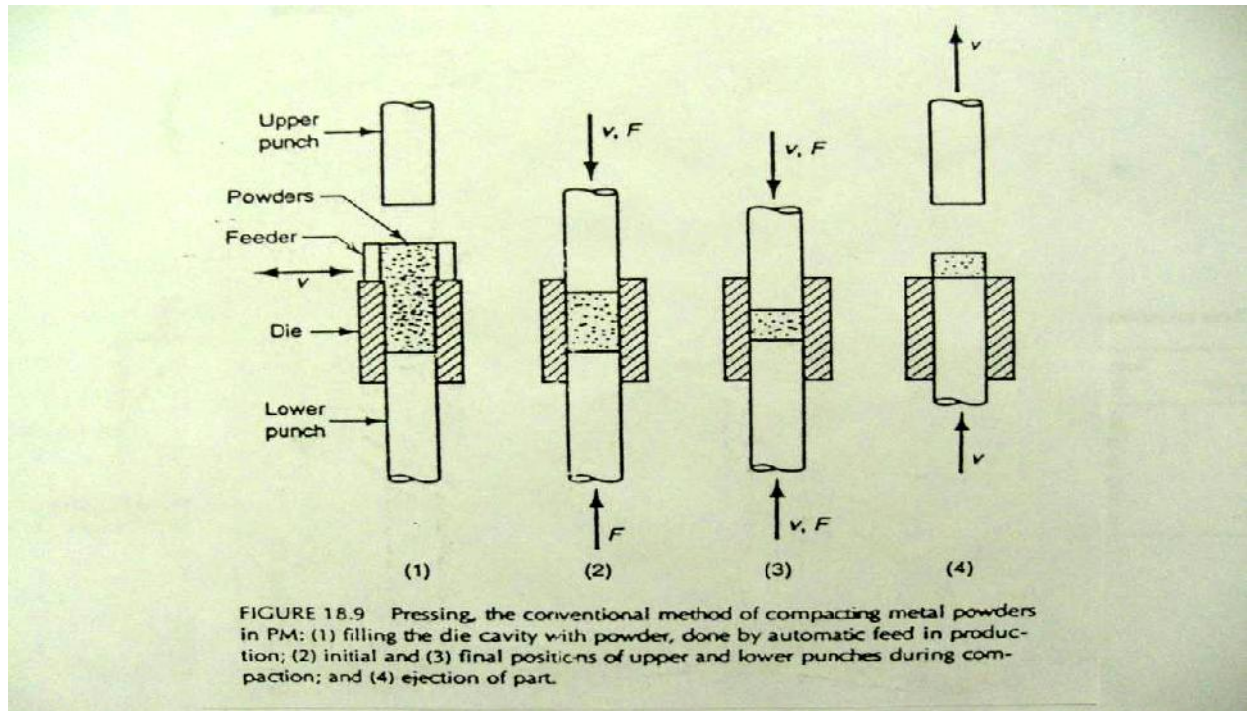
FIGURE 18.8 Several blending and mixing devices: (a) rotating drum, (b) rotating double cone, (c) screw mixer, and (d) blade mixer.

2. Pembentukan (*Compaction*).

Pd proses pembentukan, tekanan tinggi di aplikasikan pd serbuk utk membentuknya sesuai bentuk yg diinginkan.

Metode pembentukan (*compaction*) konvensional disebut *pressing*.

Produk jadi setelah *pressing* disebut *green compact* (*green*; karena belum di proses penuh msh setengah jadi)



3. Pemanasan (*Sintering*).

Sintering adalah proses perlakuan panas pada produk hasil *compaction* agar partikel-partikel logamnya saling terikat yg berakibat kekuatan & kekerasannya akan bertambah.

Temperatur yg digunakan 70% - 90% dari titik lebur logamnya.

FIGURE 18.12 Sintering on a microscopic scale: (1) particle bonding is initiated at contact points; (2) contact points grow into "necks"; (3) the pores between particles are reduced in size; and (4) grain boundaries develop between particles in place of the necked regions.

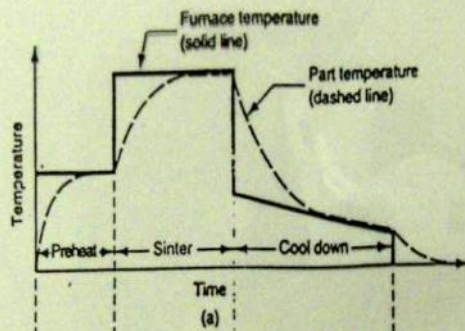
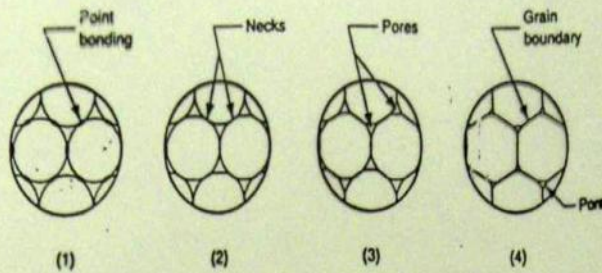


TABLE 18.1 Typical Sintering Temperatures and Times for Selected Powder Metals.

Metal	Sintering temperature		Time (min)
	(°F)	(°C)	
Brass	1600	(850)	25
Bronze	1500	(820)	15
Copper	1600	(850)	25
Iron	2000	(1100)	30
Stainless steel	2200	(1200)	45
Tungsten	4200	(2300)	480

Compiled from [8] and [12].

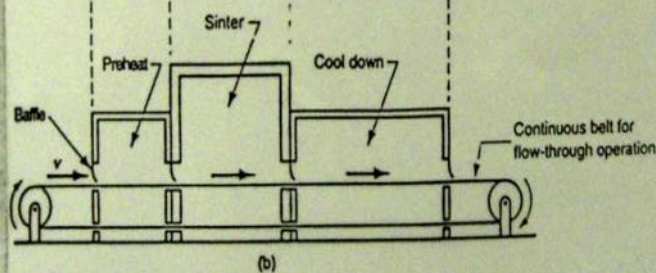


FIGURE 18.13 (a) Typical heat treatment cycle in sintering and (b) schematic cross section of a continuous sintering furnace.