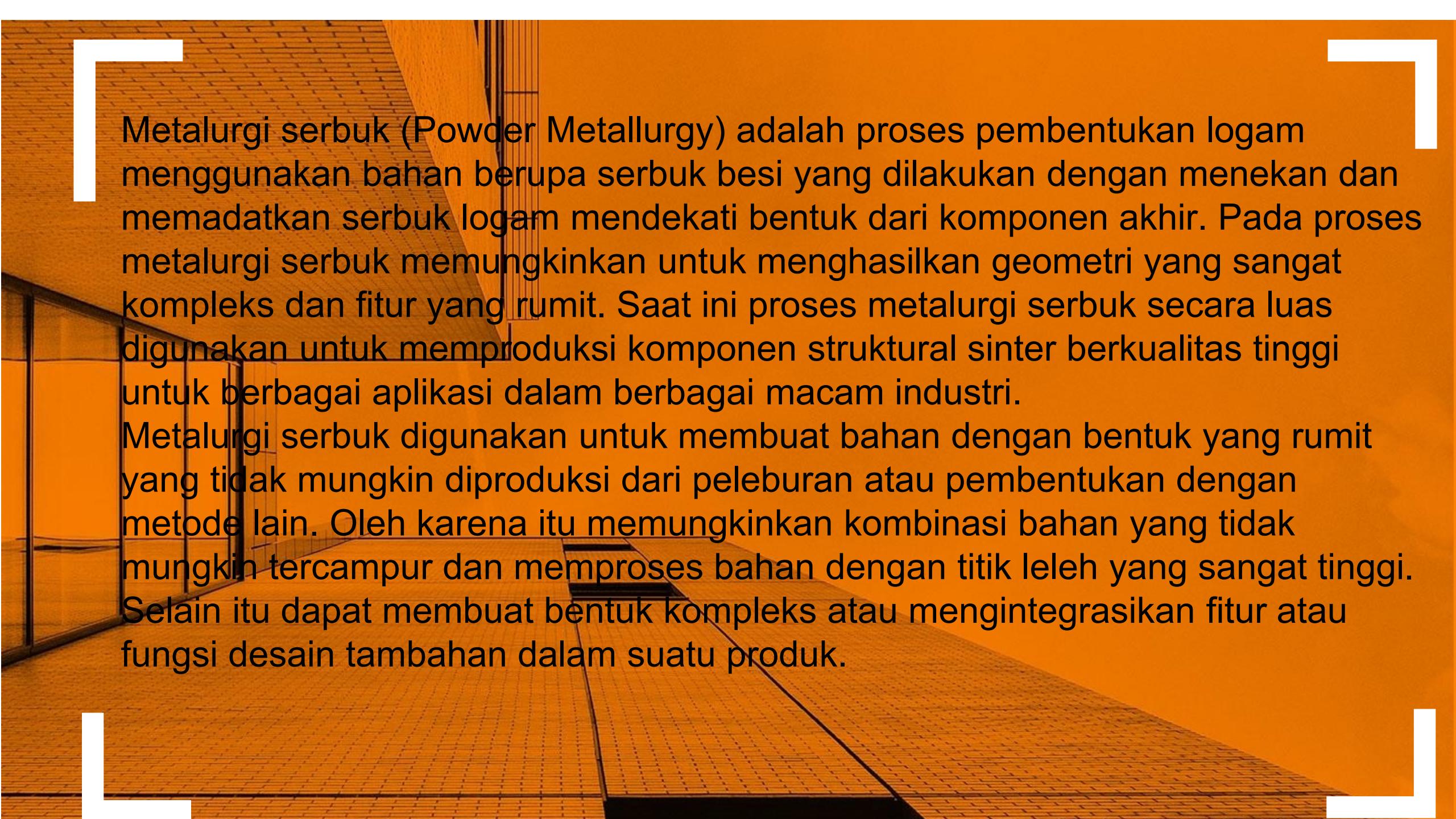


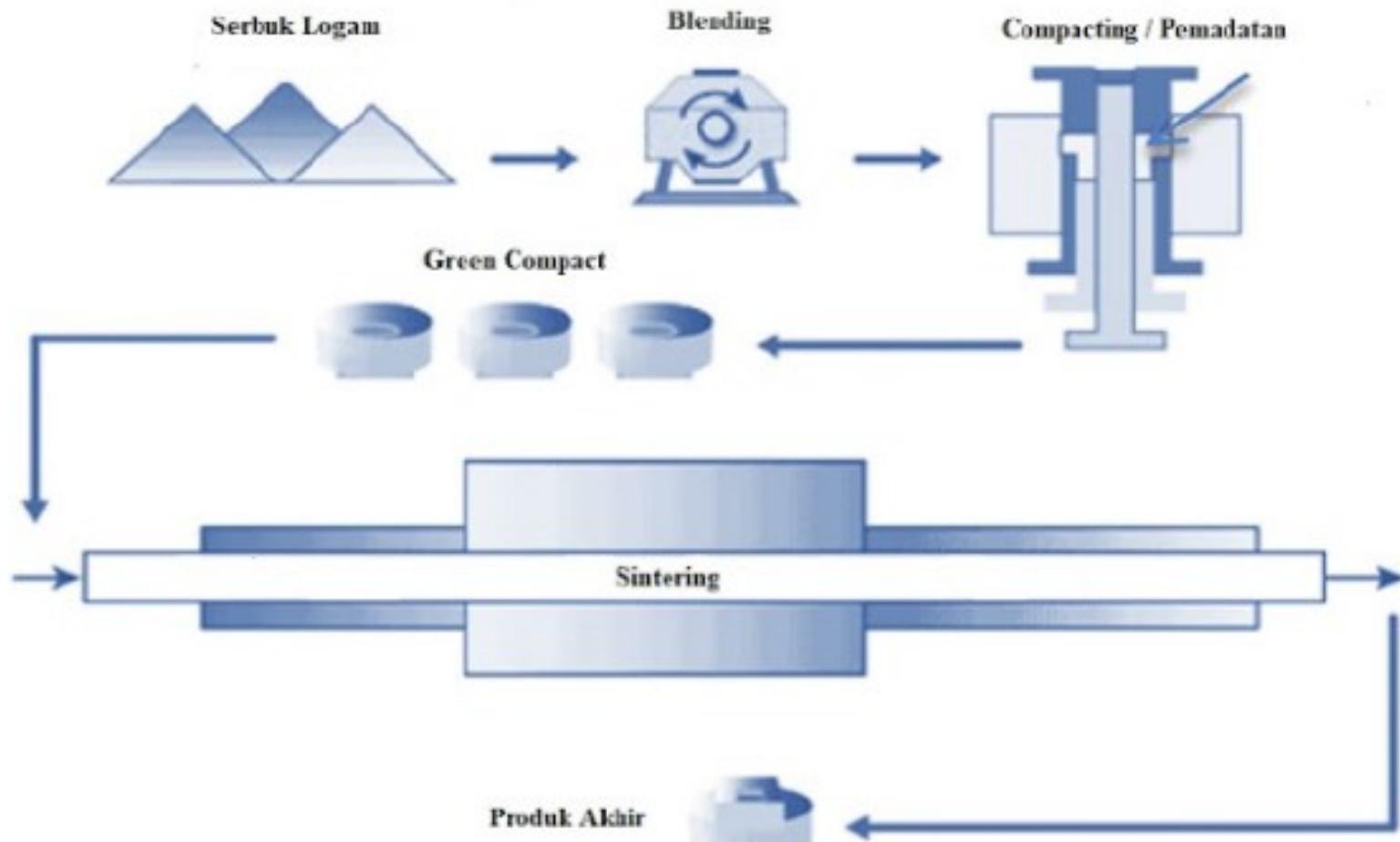
Powder Metallurgi



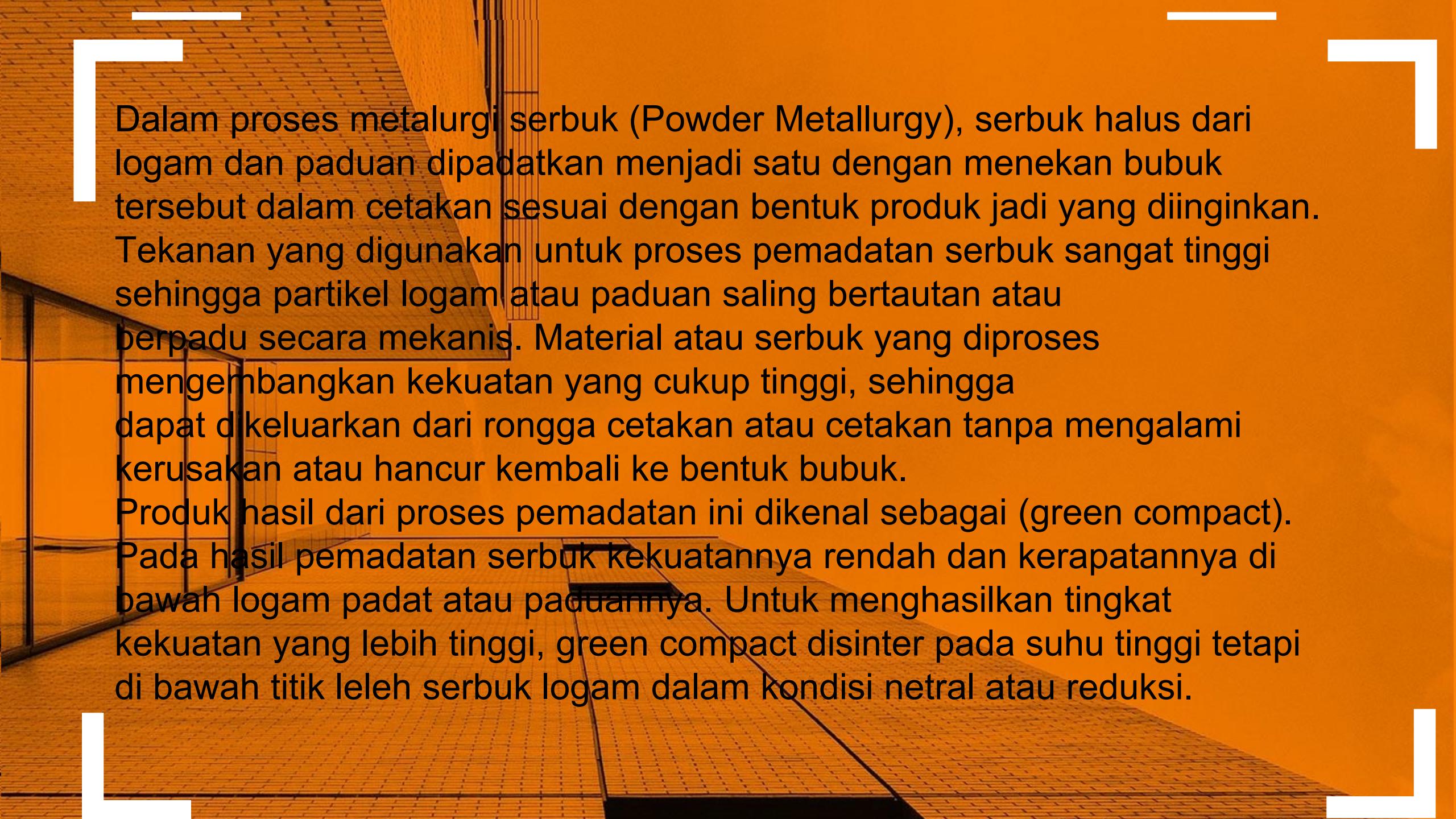


Metalurgi serbuk (Powder Metallurgy) adalah proses pembentukan logam menggunakan bahan berupa serbuk besi yang dilakukan dengan menekan dan memadatkan serbuk logam mendekati bentuk dari komponen akhir. Pada proses metalurgi serbuk memungkinkan untuk menghasilkan geometri yang sangat kompleks dan fitur yang rumit. Saat ini proses metalurgi serbuk secara luas digunakan untuk memproduksi komponen struktural sinter berkualitas tinggi untuk berbagai aplikasi dalam berbagai macam industri.

Metalurgi serbuk digunakan untuk membuat bahan dengan bentuk yang rumit yang tidak mungkin diproduksi dari peleburan atau pembentukan dengan metode lain. Oleh karena itu memungkinkan kombinasi bahan yang tidak mungkin tercampur dan memproses bahan dengan titik leleh yang sangat tinggi. Selain itu dapat membuat bentuk kompleks atau mengintegrasikan fitur atau fungsi desain tambahan dalam suatu produk.

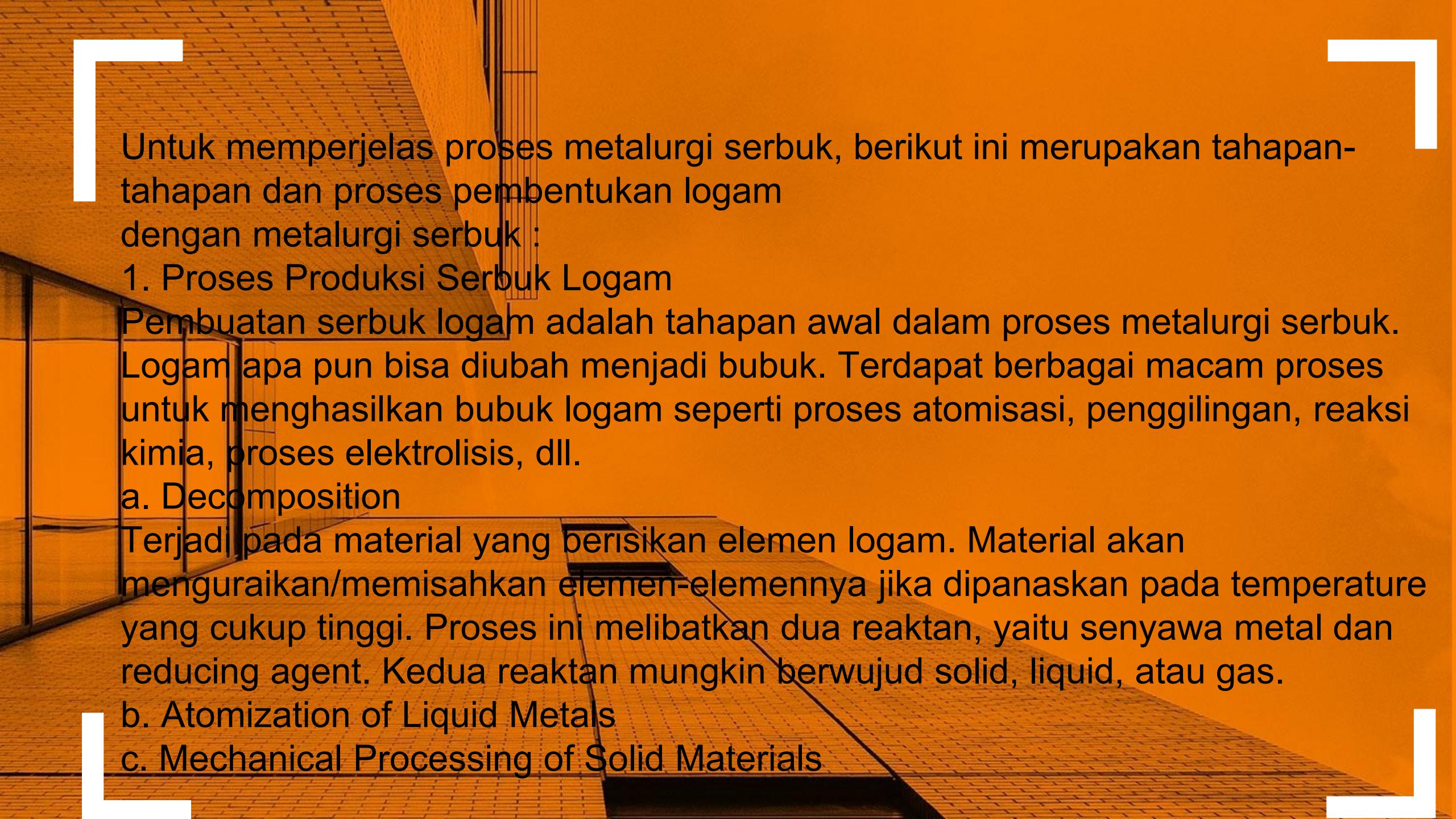


Proses Metalurgi Serbuk (Powder Metallurgy)



Dalam proses metalurgi serbuk (Powder Metallurgy), serbuk halus dari logam dan paduan dipadatkan menjadi satu dengan menekan bubuk tersebut dalam cetakan sesuai dengan bentuk produk jadi yang diinginkan. Tekanan yang digunakan untuk proses pemanasan serbuk sangat tinggi sehingga partikel logam atau paduan saling bertautan atau berpadu secara mekanis. Material atau serbuk yang diproses mengembangkan kekuatan yang cukup tinggi, sehingga dapat dikeluarkan dari rongga cetakan atau cetakan tanpa mengalami kerusakan atau hancur kembali ke bentuk bubuk.

Produk hasil dari proses pemanasan ini dikenal sebagai (green compact). Pada hasil pemanasan serbuk kekuatannya rendah dan kerapatannya di bawah logam padat atau paduannya. Untuk menghasilkan tingkat kekuatan yang lebih tinggi, green compact disinter pada suhu tinggi tetapi di bawah titik leleh serbuk logam dalam kondisi netral atau reduksi.



Untuk memperjelas proses metallurgi serbuk, berikut ini merupakan tahapan-tahapan dan proses pembentukan logam dengan metallurgi serbuk :

1. Proses Produksi Serbuk Logam

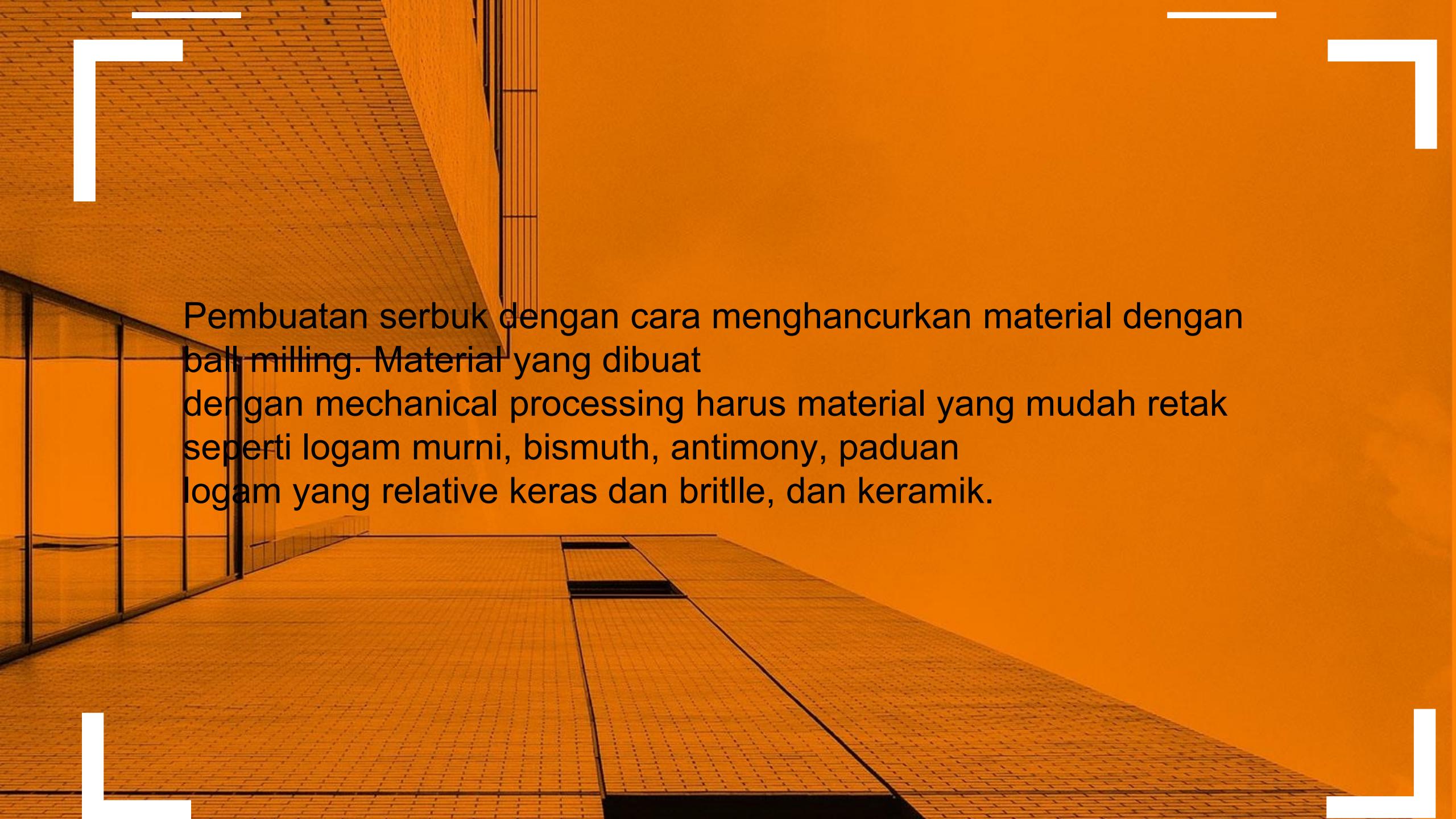
Pembuatan serbuk logam adalah tahapan awal dalam proses metallurgi serbuk. Logam apa pun bisa diubah menjadi bubuk. Terdapat berbagai macam proses untuk menghasilkan bubuk logam seperti proses atomisasi, penggilingan, reaksi kimia, proses elektrolisis, dll.

a. Decomposition

Terjadi pada material yang berisikan elemen logam. Material akan menguraikan/memisahkan elemen-elemennya jika dipanaskan pada temperatur yang cukup tinggi. Proses ini melibatkan dua reaktan, yaitu senyawa metal dan reducing agent. Kedua reaktan mungkin berwujud solid, liquid, atau gas.

b. Atomization of Liquid Metals

c. Mechanical Processing of Solid Materials



Pembuatan serbuk dengan cara menghancurkan material dengan ball milling. Material yang dibuat dengan mechanical processing harus material yang mudah retak seperti logam murni, bismuth, antimony, paduan logam yang relative keras dan brittle, dan keramik.

ROLLING MILL

Prinsip : mengurangi ketebalan bisa dilakukan dengan penggerjaan panas maupun penggerjaan dingin

ROLLING FORGING

Pada proses ini roll dapat dibagi 2 bagian, yaitu

SHAPE ROLLING dan **ROLLING FORGING**

SHAPE ROLLING umumnya mengerjakan bagian-bagian yang kecil, misalnya ulir dan dikerjakan pada penggerjaan panas.

Sedangkan **ROLLING FORGING** dikhususkan pada penggerjaan dingin dan mengerjakan bagian yang besar.

Keuntungannya :

benda kerja memiliki strength tinggi, biaya cost produksi lebih rendah dan laju produksi lebih tinggi dibanding dengan proses cutting

ROLL FORMING

Proses ini memproduksi lembaran logam untuk pembuatan pipa, plat strip. ROLL FORMING dikerjakan pada penggerjaan dingin untuk pembuatan lembaran kecil, lembaran dengan penampang tipis dan material yang lunak, misal aluminium, tembaga

FORGING

FORGING adalah proses pembentukan logam secara plastis dengan memberikan gaya tekan pada logam yang akan dibentuk . Gaya tekan yang diberikan bisa secara manual maupun secara mekanis (HIDROLIS ataupun PNEUMATIS)

Proses FORGING bisa dikerjakan pada pengerajan dingin maupun pengerajan panas.

Ada 3 hal yang perlu diperhatikan dalam proses forging :

- A. DRAWN OUT
- B. UPSET
- C. SQUEEZED

Proses FORGING dapat dikelompokkan :

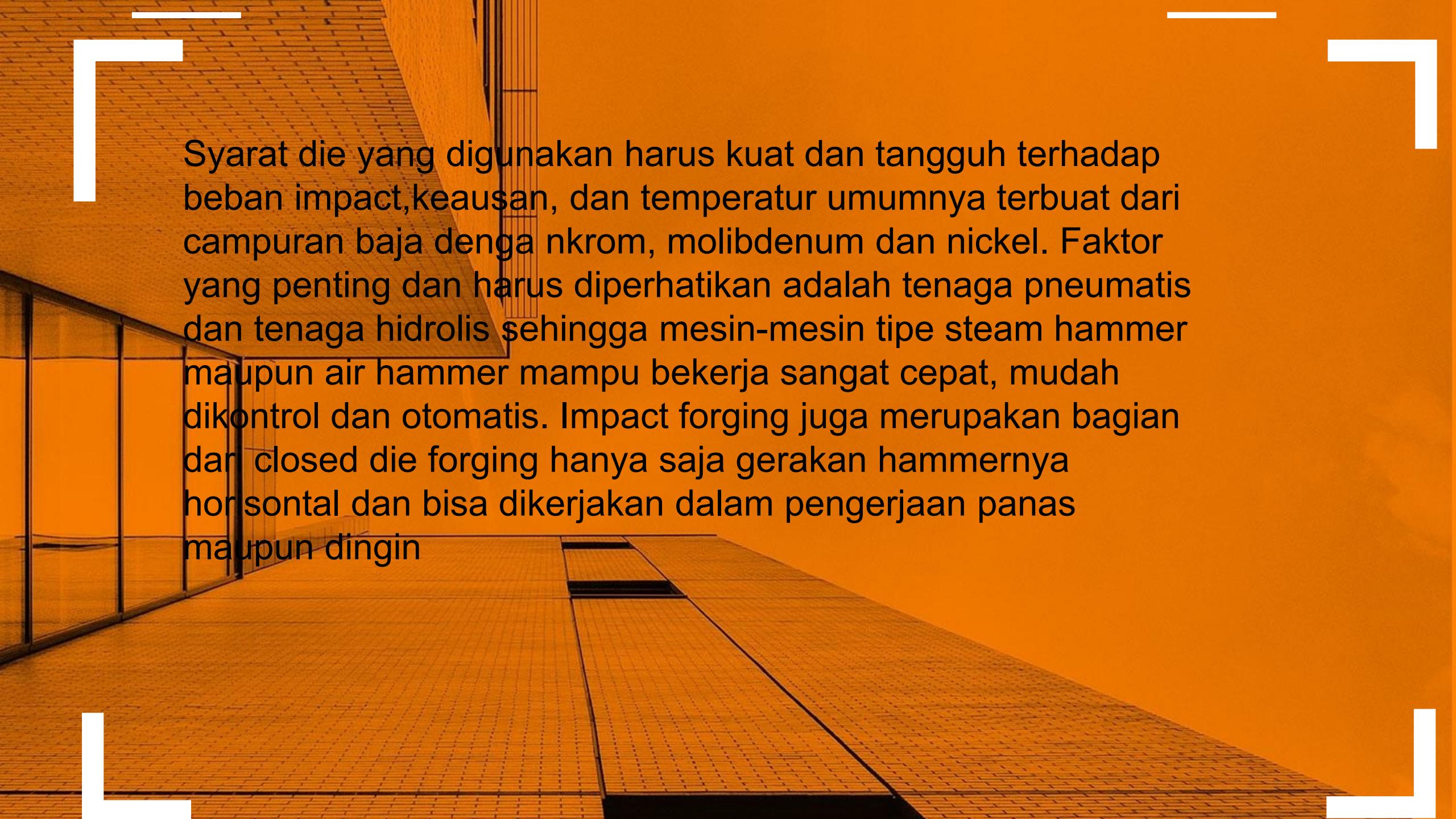
- 1. HAMMER FORGING
- 2. DROP FORGING
- 3. PRESS FORGING
- 4. UPSET FORGING
- 5. ROLL FORGING
- 6. SWAGING

HAMMER FORGING

Proses ini merupakan forging yang paling sederhana. Pada umumnya landasan (ANVIL) dan HAMMER yang dipakai berbentuk datar. Sehingga proses ini diprioritaskan untuk membuat benda kerja yang sederhana dan skala produksi kecil. Prosesnya lama dan hasilnya tergantung dari skill operator.

DROP FORGING

PRINSIP : Memaksa logam panas yang plastis memenuhi dan mengisi bentuk die dengan cara penempaan. Proses ini yang diperlengkapi dengan die. Die umumnya dibagi dua bagian dimana satu bagian diletakkan pada hammer, yang lainnya pada anvil.



Syarat die yang digunakan harus kuat dan tangguh terhadap beban impact, keausan, dan temperatur umumnya terbuat dari campuran baja dengan nikel, molibdenum dan nickel. Faktor yang penting dan harus diperhatikan adalah tenaga pneumatis dan tenaga hidrolik sehingga mesin-mesin tipe steam hammer maupun air hammer mampu bekerja sangat cepat, mudah dikontrol dan otomatis. Impact forging juga merupakan bagian dari closed die forging hanya saja gerakan hammernya horizontal dan bisa dikerjakan dalam pengrajaan panas maupun dingin

PRESS FORGING

Pada hammer forging maupun drop forging energi yang diberikan pada saat penempaan sebagian besar terserap oleh anvil, pondasi mesin dan permukaan luar benda kerja sedangkan bagian dalam benda kerja belum terdeformasi. karena itu untuk benda kerja dengan penampang tebal dan besar digunakan press forging.

Prinsip press forging : dilakukan penekanan secara perlahan-lahan pada benda kerja sampai menghasilkan aliran logam yang uniform. Press forging biasanya dikerjakan tanpa die dan hammer maupun anvilnya berbentuk datar.

UPSET FORGING

Proses forging yang dikhkususkan untuk pembesaran diameter pada ujung batang logam ditekan dalam arah memanjang.

Pada dasarnya benda kerja yang diupset berupa bar bulat, wire ataupun benda kerja berbentuk silindris. Ada 3 hal yang diperhatikan pada saat melakukan upset forging :

1. Panjang benda yang diupset tidak lebih dari 3 kali diameter batang
2. Diameter upset tidak lebih dari 1,5 kali diameter batang
3. Panjang benda kerja yang tidak ditumpu oleh die tidak lebih dari diameter batang

SWAGING

SWAGING adalah proses pengurangan diameter benda kerja yang berbentuk bulat baik solid maupun berongga dengan cara penempaan berulang kali. Disini die berfungsi sebagai hammer. Proses swaging juga dapat membentuk bentuk kerucut dan mengurangi diameter dalam maupun diameter luar penampang.

ROLL FORGING

Proses forging untuk mengurangi ketebalan dari bar yang berbentuk bulat atau datar sehingga mengalami perpanjangan ke arah sumbu axisnya. Roll forging biasanya memproduksi poros, batang taper dan pegas daun. Roll forging terdiri dari dua roll semisilindris dengan bentuk groove sebesar 25-75 % sumbu putaran.

PIPE WELDING

PIPE WELDING adalah proses pengrajan panas pembuatan pipa yang dibentuk dari lembaran logam, dilengkungkan sehingga penampangnya berbentuk lingkaran dan kemudian kedua sisinya disambungkan dengan pengelasan. Bahan dasar proses ini berupa skelp, merupakan lembaran logam yang panjang dan sempit dengan ketebalan tertentu hasil proses hot rolling.

Berdasarkan cara penyambungan kedua sisi yang dilas, pipe welding dibagi :

- A. BUTT WELDED PIPE
- B. LAP WELDED PIPE

BUTT WELDED PIPE

PRINSIP : mula-mula skelp dalam bentuk gulungan (koil) ditempatkan pada welding bell, kemudian dilewatkan pada furnace dengan suhunya diatas temperatur rekristalisasi. Setelah dari furnace diarik menuju roll forming untuk diubah bentuknya menjadi silindir dan kedua sisinya disambung. Proses ini digunakan untuk membuat pipa berdiameter 1/8" s/d 3"

LAP WELDED PIPE

PRINSIP : mula-mula skelp sudah mempunyai bentuk sudut sepanjang kedua sisinya, dilewatkan pada furnace dan setelah itu diarik diantara roll-roll sehingga berbentuk silinder dengan tepinya saling tertindih. Sambil dipanaskan kembali, skelp yang ditekuk bergerak melalui dua buah roll dimana terdapat mandrel untuk mengatur diameter dalam pipa. tepi-tepi dilas dengan tekanan antar roll dan mandril. Proses ini digunakan untuk membuat pipa berdiameter 2" s/d 16" dengan panjang pipa maksimum 7 m dan biasanya untuk membuat pipa tembaga dan pipa kuningan.

PIERCING

Merupakan proses penggerjaan panas untuk membuat pipa tanpa sambungan (seamless pipe) dengan bahan baku berupa billet (batang bulat dan padat) Dengan demikian hasil dari proses ini tidak terdapat suatu garis penghubung hasil sambungan. Batang logam padat yang telah dipanasi dengan salah satu ujungnya berlubang ditengah-tengahnya sebagai penunjuk bagi mandrel, dimasukkan ke dalam roll yang sumbunya membentuk 6 % terhadap sumbu benda kerja. Roll berputar searah, dan bentuk roll lebih kecil dibandingkan dengan diameter bahan. Pada saat batang dimasukkan, batang akan terbawa oleh putaran dari roll dan karena adanya sudut kemiringan batang seakan-akan ditarik oleh kedua roll.

HOT DRAWING

Hot drawing adalah suatu proses penggerjaan panas dengan membentuk lembaran logam menjadi bentuk tiga dimensi yang mempunyai kedalaman beberapa kali dari tebalnya dengan memberikan tekanan kepadanya melalui punch dan die

EKSTRUSI

PRINSIP : Logam ditekan dan ditarik mengalir melalui lubang die untuk membentuk benda kerja dengan luas penampang yang lebih kecil. Die yang dipakai umumnya terbuka. Ekstrusi dapat dibagi 3 jenis, yakni ekstrusi langsung, ekstrusi tidak langsung dan impact extrusion. Proses ekstrusi bisa dikerjakan dalam penggerjaan dingin dan panas.

HOT DRAWING

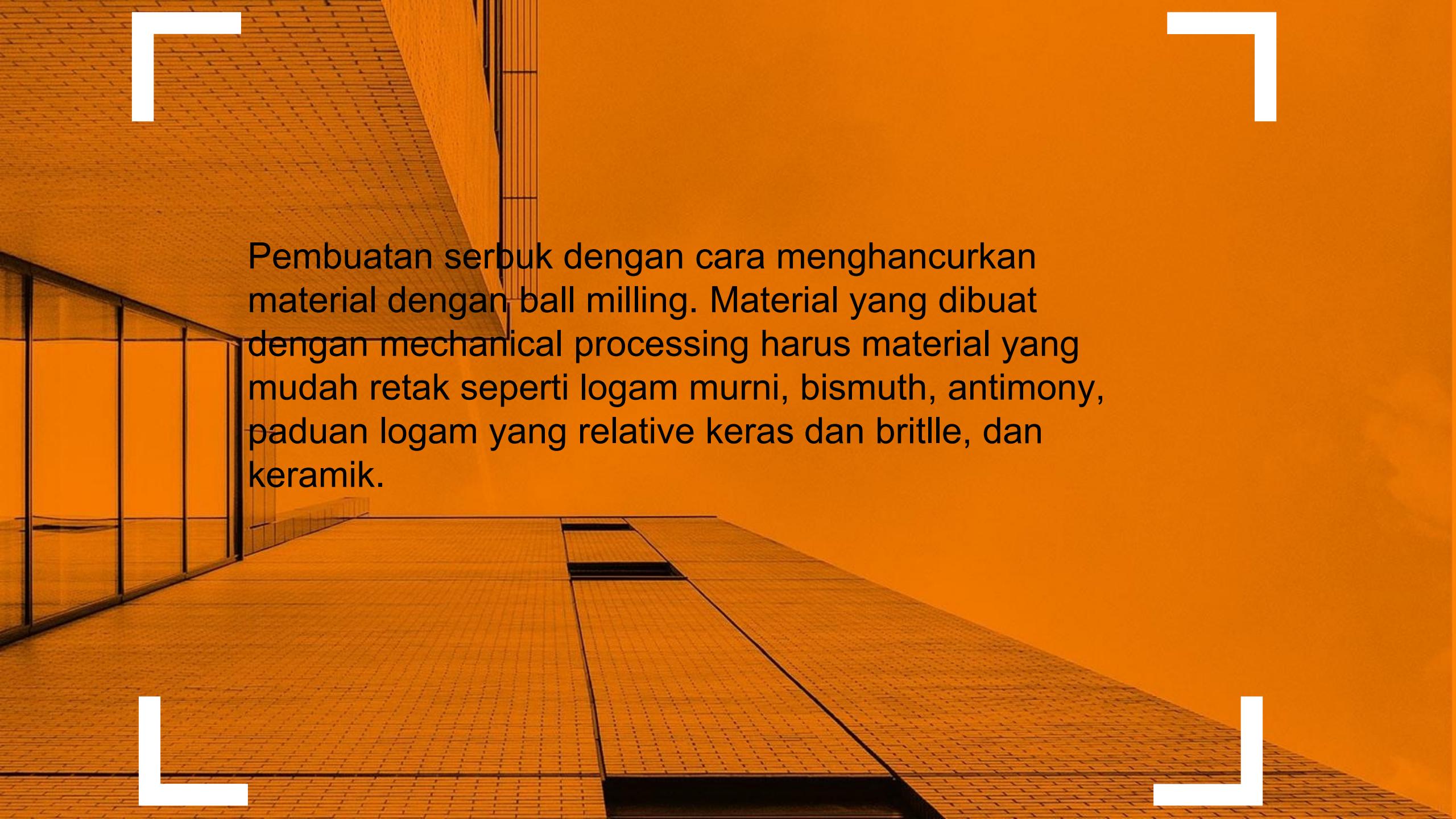
Hot drawing adalah suatu proses penggerjaan panas dengan membentuk lembaran logam menjadi bentuk tiga dimensi yang mempunyai kedalaman beberapa kali dari tebalnya dengan memberikan tekanan kepadanya melalui punch dan die

EKSTRUSI

PRINSIP : Logam ditekan dan ditarik mengalir melalui lubang die untuk membentuk benda kerja dengan luas penampang yang lebih kecil. Die yang dipakai umumnya terbuka. Ekstrusi dapat dibagi 3 jenis, yakni ekstrusi langsung, ekstrusi tidak langsung dan impact extrusion. Proses ekstrusi bisa dikerjakan dalam penggerjaan dingin dan panas.

HOT SPINNING

HOT SPINNING adalah proses pembentukan logam panas secara plastis dari bentuk datar dengan ukuran tertentu menjadi bentuk yang sesuai dengan die dengan cara memutar benda kerja dan memberikan tekanan secara lokal pada sisi benda kerja. Proses spinning dapat juga dikerjakan dengan proses penggerjaan dingin bahan benda kerjanya merupakan lembaran logam yang tipis dengan ketebalan sampai 6" untuk penggerjaan panas.



Pembuatan serbuk dengan cara menghancurkan material dengan ball milling. Material yang dibuat dengan mechanical processing harus material yang mudah retak seperti logam murni, bismuth, antimony, paduan logam yang relative keras dan brittle, dan keramik.

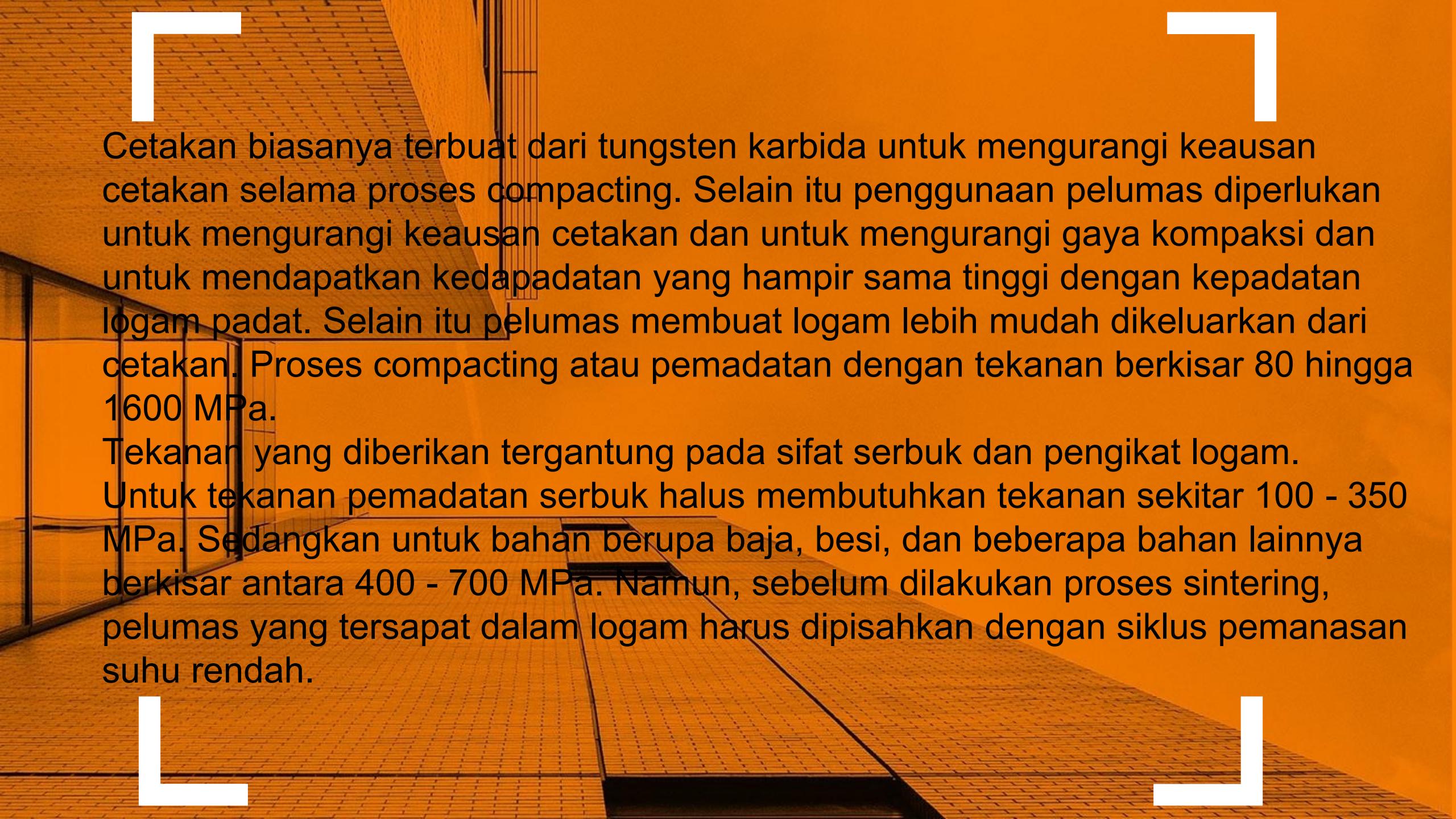
2. Blending

Proses blending melibatkan pencampuran antara dua atau lebih bahan serbuk logam untuk menghasilkan bahan paduan berkekuatan tinggi sesuai dengan kebutuhan dan hasil akhir produk. Pada roses ini serbuk logam dilakukan proses pemerataan dan pencampuran dengan senyawa aditif, pengikat, dll. Terkadang pelumas juga ditambahkan dalam proses pencampuran untuk meningkatkan karakteristik aliran serbuk.

- a. Pencampuran basah (wet mixing) proses pencampuan dimana serbuk matrik dan filler dicampur terlebih dahulu dengan pelarut polar. Metode ini dipakai apabila material (matrik dan filler) yang digunakan mudah mengalami oksidasi. Tujuan pemberian pelarut polar adalah untuk mempermudah proses pencampuan material yang digunakan dan untuk melapisi permukaan material supaya tidak berhubungan dengan udara luar sehingga mencegah terjadinya oksidasi pada material yang digunakan.
- b. Pencampuran kering (dry mixing) proses pencampuran yang dilakukan tanpa menggunakan pelarut untuk membantu melarutkan dan dilakukan di udara luar. Metode ini dipakai apabila material yang digunakan tidak mudah mengalami oksidasi.

3. Compacting

Setelah dilakukan proses pencampuran, kemudian serbuk logam ditempatkan dalam cetakan dan dipadatkan dengan penerapan tekanan untuk membentuk produk yang disebut dengan green compact atau produk yang dihasilkan dalam proses compacting. Dalam proses compacting memastikan untuk mengurangi rongga dan meningkatkan kepadatan logam sehingga terbentuk logam yang padat (solid).



Cetakan biasanya terbuat dari tungsten karbida untuk mengurangi keausan cetakan selama proses compacting. Selain itu penggunaan pelumas diperlukan untuk mengurangi keausan cetakan dan untuk mengurangi gaya kompaksi dan untuk mendapatkan kedapatan yang hampir sama tinggi dengan kepadatan logam padat. Selain itu pelumas membuat logam lebih mudah dikeluarkan dari cetakan. Proses compacting atau pematatan dengan tekanan berkisar 80 hingga 1600 MPa.

Tekanan yang diberikan tergantung pada sifat serbuk dan pengikat logam. Untuk tekanan pematatan serbuk halus membutuhkan tekanan sekitar 100 - 350 MPa. Sedangkan untuk bahan berupa baja, besi, dan beberapa bahan lainnya berkisar antara 400 - 700 MPa. Namun, sebelum dilakukan proses sintering, pelumas yang tersapad dalam logam harus dipisahkan dengan siklus pemanasan suhu rendah.