

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Metalurgi Serbuk**

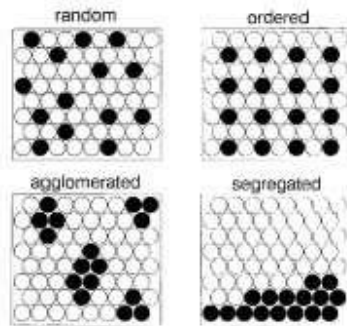
Metalurgi serbuk merupakan salah satu teknik produksi dengan menggunakan serbuk sebagai material awal sebelum proses pembentukan. Prinsip ini adalah memadatkan serbuk logam menjadi bentuk yang diinginkan dan kemudian memanaskannya (proses sintering) di bawah temperatur leleh. Sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel (Aisyah, et al., 2019).

Pada umumnya proses pembuatan spesimen pada metode metalurgi serbuk (*powder metallurgy*) terdapat beberapa langkah-langkah, diantaranya yaitu:

1. Pencampuran serbuk (*mixing*).
2. Kompaksi (pemadatan).
3. Sintering.

##### **2.1.1 Pencampuran serbuk (*mixing*)**

Pencampuran serbuk merupakan suatu langkah pencampuran suatu serbuk logam dengan serbuk logam lainnya dan bisa juga menggunakan material-material lain sebagai campuran untuk memberikan kualitas yang lebih baik. Pencampuran diartikan sebagai pencampuran bubuk dengan komposisi nominal yang sama. Ini digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel yang diinginkan. Mencampur berarti mencampur bubuk dengan komposisi kimia yang berbeda. Mereka dapat digambarkan secara matematis sebagai perubahan seketika dalam konsentrasi komponen di sepanjang koordinat lokal. Perubahan konsentrasi terjadi karena pengangkutan partikel secara konvektif atau terdispersi. Modus terakhir dapat dibagi lagi menjadi transportasi difusi dan gerakan partikel acak, yang disebabkan oleh energi masukan melalui pengadukan atau pengukuran lainnya. Dibandingkan dengan beberapa jenis distribusi lainnya, dispersi terbaik yang diharapkan dalam proses pencampuran adalah distribusi acak dari berbagai jenis partikel. Kualitas campuran biasanya dijelaskan oleh konsentrasi deviasi standar dari rangkaian volume sampel campuran. Memang benar itu sensitif terhadap volume sampel itu sendiri. Jika sampel cukup besar, sampai mendekati nol dan tidak bergantung pada perubahan konsentrasi lokal. Oleh karena itu, ukuran sampel yang diperlukan untuk deviasi standar maksimum yang diijinkan adalah karakteristik lain dari homogenitas campuran. Pencampuran serbuk dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

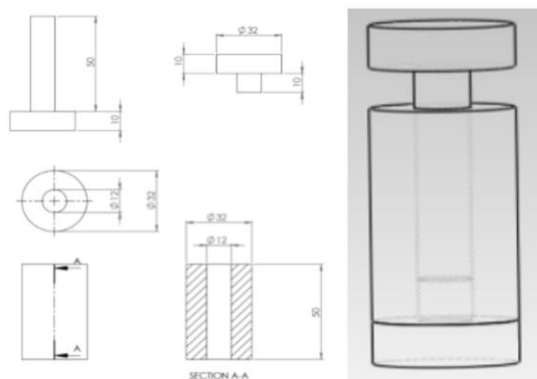


Gambar 2.1 Difersi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk

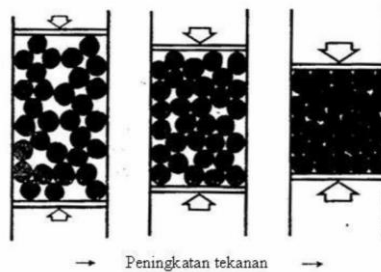
### 2.1.2 Kompaksi

Kompaksi merupakan langkah proses pemadatan serbuk menjadi bentuk yang diinginkan. Pemadatan serbuk dilakukan untuk menambahkan massa jenis dan ikatan antar butir spesimen untuk melakukan proses selanjutnya. Bahan yang sudah di kompaksi biasa disebut *green compact*.

Tekanan pemadatan yang diperlukan tergantung pada jenis bahan serbuk yang berkisar antara 70 Mpa (10 ksi) hingga 800 Mpa (120 ksi) (Kalpakjian,1989). Bahan bahan dengan kekerasan rendah, seperti aluminium, kuningan, dan perunggu memerlukan tekanan pemadatan yang rendah. Bahan-bahan dengan kekerasan tinggi seperti besi, baja, dan nikel paduan memerlukan tekanan pemadatan yang tinggi. Semakin tinggi tekanan pemadatan akan menaikkan berat jenis hingga kondisi optimum. Di atas tekanan optimum tersebut, peningkatan tekanan tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan massa jenis (Suwanda, 2006).



Gambar 2.2 Skema Kompaksi



**Gambar 2.3** Proses Penekanan

### 2.1.3 Sintering

Sintering yaitu memanaskan *green compact* di dalam furnace (dapur pemanas) pada temperatur  $2/3$  dari titik cairnya supaya partikel halus tersebut beraglomerasi menjadi bahan padat. Kebanyakan bahan keramik dibuat dengan cara sintering dan tahapan dalam sintering mengacu pada urutan perubahan secara fisik yang terjadi ketika partikel-partikel saling mengikat dan porositasnya menurun (Setiadi, et al., 2018).

Green compact yang dihasilkan dari proses pemadatan pada temperatur ruangan belum memiliki ikatan atom yang memadai. Green compact ini perlu dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai temperatur antara 70% hingga 90% dari titik lebur bahan. Proses pemanasan ini disebut proses sintering. Untuk bahan aluminium dengan titik lebur  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ , temperatur sinternya berkisar antara  $460^{\circ}\text{C}$  hingga  $590^{\circ}\text{C}$  (Suwanda, 2006).

## 2.2 Aluminium

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik Aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tarik berkisar hingga 600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan Aluminium Oksida ketika Aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan Aluminium Oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh (Majanasastra, 2016).

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam

aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium (Majanasastra, 2016).

Aluminium memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan, diantaranya yaitu:

Kelebihan:

1. Aluminium mudah dibentuk.
2. Tidak mudah berkarat.
3. Tidak mudah memuai.
4. Biaya perawatan yang relatif murah.
5. Kuat tapi ringan.
6. Harganya lebih ekonomis.
7. Penghantar panas dan listrik yang baik

Kekurangan:

1. Sangat rentan terhadap goresan.
2. Desainnya terbatas.
3. Lemah terhadap benturan.
4. Harus teiliti dalam pemilihan komponen.

**Tabel 2.1** Spesifikasi aluminium (Majanasastra, 2016)

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm <sup>3</sup>
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 1220,58 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °C, 4566 °F
Kalor jenis (25 °C)	24,2 J/mol K
Resistansi listrik (20 °C)	28.2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 °C)	23.1 μm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinell	245 Mpa

### **2.3 Titanium**

Titanium adalah logam yang mempunyai sifat kekuatan tinggi, kepadatan rendah dan ketahanan korosi yang sangat baik, ini adalah sifat utama yang membuat titanium menarik untuk berbagai aplikasi. Salah contoh adalah kontruksi pesawat (kombinasi antara kekuatan dan kepadatan rendah), mesin pesawat (kekuatan tinggi, kepadatan rendah, dan ketahanan mulur yang baik hingga sekitar 550°C), peralatan biomedis (ketahanan korosi dan kekuatan yang tinggi) (WIDYARTO, 2019).

### **2.4 Densitas**

Pengujian densitas adalah tes atau pengujian yang dilakukan untuk menentukan nilai rapatan suatu material. Dari pengujian densitas ini memanfaatkan massa jenis. Massa jenis merupakan besaran fisik, yang mana perbandingan massa ( $m$ ) dengan volume ( $V$ ). Pengukuran kepadatan material padat atau curah metode Archimedes digunakan. Berdasarkan pengertian massa jenis yaitu berat benda persatuan volume benda, maka rumus untuk menghitung massa jenis adalah:

$$\rho = \frac{m}{\pi \cdot r^2 \cdot t}$$

Keterangan:

$\rho$  = massa jenis ( $\text{g}/\text{m}^3$ )

$m$  = massa benda (g)

$r^2$  = jari-jari (mm)

$t$  = tinggi (mm)

### **2.5 Struktur Mikro**

Pengujian struktur mikro yang mana dilakukan untuk mengamati struktur mikro dan batas – batas butir yang terdapat didalam spesimen uji yang sudah mendapat perlakuan panas. Dengan spesimen uji yang telah dihaluskan permukaannya agar memudahkan untuk terlihat dan terbaca dengan jelas struktur yang ada didalam spesimen uji tersebut. Sebelum dilakukan pengujian spesimen diberi cairan alkohol kemudian dikeringkan atau dengan cara di *hair dryer*. Kemudian diberikan cairan etsa *kroll reagent* selama  $\pm 25$  detik. Setelah itu dibersihkan dengan air mengalir. Kemudian diberi alkohol dan dikeringkan lagi setelah itu dilakukan pemotretan menggunakan mikroskop optik.

### **2.6 Kekerasan**

Kekerasan sebuah material dapat diartikan sebagai ketahanan material terhadap tekanan material keras lainnya atau ketahanan suatu material terhadap deformasi

plastis, salah satunya ialah Rockwell. Uji kekerasan Rockwell terus diterapkan sebagai alat untuk menilai sifat-sifat suatu produk sementara toleransi pada kekerasan material yang diterima menjadi lebih presisi. Agar mencapai hasil pengukuran yang baik, perlu mengupayakan untuk mengurangi kesalahan pengukuran dan mengikuti prosedur standart oprasional prosedur (SOP) saat melakukan pengukuran kekerasan Rockwell (Wildanarta, et al., 2021).

*Tabel 2.2 Skala kekerasan rockwell yang diterapkan pada material*

Preliminary Force kgf (N)	Total Force kgf (N)	Indenter Type	Rockwell Scale
10 (98.07)	60 (588.4)	diamond	HRA
10 (98.07)	100 (980.7)	1/16 in. ball	HRB
10 (98.07)	150 (1471)	diamond	HRC
3 (29.42)	15 (147.1)	diamond	HR15N
3 (29.42)	30 (294.2)	1/16 in. ball	HR30T
3 (29.42)	45 (441.3)	diamond	HR45N

Uji kekerasan Rockwell HRB: Metode ini menggunakan bola baja yang dikeraskan hingga diameter 1/16” (1,59 mm) dan indenter Brale (indenter kerucut). Total beban uji yang diberikan adalah 100 kg (10±0.2+90KP), yang merupakan beban kecil beban utama 10 kg dan 90 kg. Tes ini dapat digunakan untuk mengukur kekerasannya antara 35-110 HRB.