

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Ejiofor dan Reddy (1997) meneliti komposit paduan Al (hyper-eutectoid Al)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan metode tuang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan 3% berat alumina, kekerasan meningkat dari 27 BHN menjadi 37 BHN dan UTSnya dari 75 MPa menjadi 93 MPa.

Christopher dan Harold (1990) melakukan penelitian tentang metalurgi serbuk sebuah komposit PM212 (mempunyai komposisi yang sama dengan bahan *plasma-spray coating* yaitu PS212) dengan metode *cold compaction* dan *sintering*. Tes awal menunjukkan bahwa bahan memiliki kekuatan tekan 130 MPa pada kisaran temperatur 25-900°C. Bahan ini menjanjikan untuk digunakan sebagai *inserts seal, ring*, dan aplikasi lain ketika *plasma-spray coating* tidak praktis lagi atau terlalu mahal.

Mazen dan Ahmed (1998) meneliti komposit Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan metode *Powder Metallurgy hot pressing* dilanjutkan dengan ekstrusi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa masih terdapat porositas dalam matrik Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat terdistribusi merata. Bentuk permukaan perpatahan adalah perpatahan *dimpels*. Disamping itu dilaporkan bahwa awal retak terjadi pada *interface* antara matrik dan penguatnya.

Rusianto (2005) meneliti pembuatan komposit paduan Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan metode metalurgi serbuk untuk pembuatan komponen *bushing*. Bahan matrik yang digunakan adalah serbuk paduan Al yang diperoleh dengan proses *machining*. Pembentukan *green body* dilakukan dengan *uniaxial pressing double action*. Variasi parameter dalam penelitian ini meliputi penambahan serbuk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan fraksi berat 0, 3, 6, dan 9 % dengan tekanan 3 kompaksi 500 MPa.

Fitria dan Waziz (2004) meneliti serbuk paduan Al-9% Si hasil pengikiran. Pembuatan spesimen dengan variasi tekanan kompaksi 300, 400 dan 500 MPa dan variasi suhu sinter 450, 500 dan 550°C selama 2 jam dalam lingkungan gas argon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya tekanan kompaksi dan suhu sinter akan meningkatkan kekerasan dan densitas dari spesimen.

Toto (2009) melakukan penelitian tentang *hot pressing* metalurgi serbuk alumunium dengan variasi suhu *pressing* (suhu ruang) 100 °C, 200 °C dan 300 °C, pemanasan dan pengepresan menggunakan alat cetakan *hot pressing* metalurgi serbuk. Beban pengepresan adalah 5400 kg. Disinter dalam oven dengan temperatur 450 °C selama 60 menit. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu *hot pressing* maka kekerasan *bushing* juga meningkat sedangkan laju keausannya menurun.

## 2.2 Definisi Powder Metallurgy (P/M)

Metalurgi serbuk adalah teknik pengolahan logam untuk menghasilkan produk dengan menggunakan serbuk logam melalui proses penekanan menjadi bentuk yang diinginkan, kemudian dilakukan pemanasan (*sinter*), John Wiley & Sons, 2002.

Metalurgi serbuk adalah suatu kegiatan yang mencakup pembuatan benda komersial, baik yang jadi atau masih setengah jadi (disebut *green compact*), dari serbuk logam melalui penekanan. Proses ini dapat disertai pemanasan akan tetapi suhu harus berada dibawah titik cair serbuk. Pemanasan selama proses penekanan atau sesudah penekanan yang dikenal dengan istilah *sinter* menghasilkan pengikatan partikel halus. Dengan demikian kekuatan dan sifat-sifat fisis lainnya meningkat, Chan 2010.

Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa melalui proses peleburan. Energi yang digunakan dalam proses ini relative rendah sedangkan keuntungan lainnya antara lain hasil akhirnya dapat langsung disesuaikan dengan dimensi yang diinginkan yang berarti akan mengurangi biaya permesinan dan bahan baku yang terbuang, Rusianto 2009.

Metalurgi serbuk merupakan proses pembentukan benda kerja komersial dari logam dimana logam dihancurkan dahulu berupa tepung, kemudian tepung tersebut ditekan di dalam cetakan (*modal*) dan dipanaskan di bawah temperatur leleh serbuk sehingga terbentuk benda kerja. Sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Metode metalurgi serbuk memberikan kontrol yang teliti

terhadap komposisi dan penggunaan campuran yang tidak dapat difabrikasi dengan proses lain, Murjito 2010.

Dari beberapa definisi diatas dapat disimpulkan bahwa metalurgi serbuk atau *Powder Metallurgy* adalah suatu proses pembuatan produk yang menggunakan serbuk sebagai bahan baku dengan cara penekanan dan pemanasan. Proses pembentukan logam menggunakan metalurgi serbuk dilakukan dengan mencampurkan unsur-unsur serbuk logam yang dipadukan, kemudian dilakukan pemadatan dengan menggunakan dies. Sedangkan proses pemanasan dapat dilakukan secara bersamaan dengan proses penekanan atau dilakukan setelah proses penekanan.

### 2.3 Karakteristik Serbuk Logam

Karakteristik serbuk logam yang menjadi pertimbangan dalam proses penekanan (*compacting*) dan *sintering* meliputi:

#### a. Ukuran dan Distribusi Partikel

Ukuran partikel adalah karakteristik yang penting dari serbuk logam. Untuk menentukan ukuran partikel antara lain dengan pengayakan atau pengukuran mikroskopik. Ayakan standar dengan ukuran mesh digunakan untuk mengecek ukuran dan menentukan distribusi ukuran partikel dalam daerah tertentu. 100 mesh setara dengan 0.0059 inch, 149 micron, dan 0.149 mm. Kehalusan berkaitan erat dengan ukuran butir, faktor ini berhubungan dengan luas kontak antar permukaan, butir kecil mempunyai porositas yang kecil dan luas kontak antar permukaan besar sehingga difusi antar permukaan juga semakin besar.

Distribusi ukuran partikel serbuk menyatakan penyebaran serbuk untuk ukuran tertentu. Distribusi ukuran partikel ini sangat menentukan kemampuan partikel dalam mengisi ruang kosong antar partikel untuk mencapai volume terpadat.

Tabel 2.1 Konversi Mesh ke Milimeter

U.S. MESH	INCHES	MILLIMETERS	
		Micrometers	
3	0.2650	6730	6.730
4	0.1870	4760	4.760
5	0.1570	4000	4.000
6	0.1320	3360	3.360
7	0.1110	2830	2.830
8	0.0937	2380	2.380
10	0.0787	2000	2.000
12	0.0661	1680	1.680
14	0.0555	1410	1.410
16	0.0469	1190	1.190
18	0.0394	1000	1.000
20	0.0331	841	0.841
25	0.0280	707	0.707
30	0.0232	595	0.595
35	0.0197	500	0.500
40	0.0165	400	0.400
45	0.0138	354	0.354
50	0.0117	297	0.297
60	0.0098	250	0.250
70	0.0083	210	0.210
80	0.0070	177	0.177
100	0.0059	149	0.149
120	0.0049	125	0.125
140	0.0041	105	0.105
170	0.0035	88	0.088
200	0.0029	74	0.074
230	0.0024	63	0.063
270	0.0021	53	0.053

325	0.0017	44	0.044
400	0.0015	37	0.037

Sumber: <http://www.showmego.org/news/Mesh.htm>

b. Mampu Alir (*Flowability*)

Mampu alir merupakan karakteristik yang menggambarkan aliran serbuk dan kemampuan memenuhi ruang cetakan, Murjito 2010. Dapat digambarkan sebagai laju alir melalui suatu celah tertentu. Jenis partikel bulat dan halus akan meningkatkan mampu alir serbuk, [Dinyatakan dalam  $\frac{g}{s}$ ].

c. Komposisi Kimia

Komposisi kimia dari serbuk logam akan mempengaruhi proses pembentukan produk dan sifat dari hasil produk tersebut, [Dinyatakan dalam fraksi berat, fraksi volum, maupun fraksi mol].

d. Kompresibilitas

Kompresibilitas adalah perbandingan volum serbuk dengan volum benda yang ditekan. Nilai ini berbeda-beda dan dipengaruhi oleh distribusi ukuran dan bentuk butir, Murjito 2010. Serbuk yang memiliki bentuk lebih teratur, lebih halus dan sedikit rongga antar partikel akan memiliki mampu tekan yang lebih tinggi daripada serbuk yang kasar. Satuan dari kompresibilitas adalah kebalikan dari satuan tekanan. Rasio kompresi adalah perbandingan dari densitas nyata dengan densitas awal untuk memberikan penekanan. Perbandingan ini harus diketahui untuk mendapatkan perencanaan peralatan kompaksi yang baik, [Dinyatakan dalam  $\text{Pa}^{-1}$  atau  $\text{atm}^{-1}$ ].

e. Kemampuan *Sinter*

*Sinter* adalah proses pengikatan partikel melalui proses penekanan dengan cara dipanaskan duapertiga dari titik lelehnya. Jadi dapat diartikan bahwa kemampuan sinter adalah kemampuan suatu partikel dimana partikel tersebut mampu berikatan dengan baik ketika dilakukan penekanan dan pemanasan. Ketika kemampuan sinter suatu partikel dinyatakan baik, maka produk hasil P/M akan baik pula.

## 2.4 Proses *Powder Metallurgy*

### 2.4.1 Proses Pencampuran Serbuk

Kualitas produk sangat dipengaruhi kehomogenan komponen penyusun bahan melalui proses pencampuran atau yang juga biasa disebut sebagai proses kalsinasi. Proses pencampuran ada dua macam yaitu *blending* (proses pencampuran yang bertujuan untuk menyamakan ukuran butiran) dan *mixing* (proses pencampuran yang bertujuan agar butiran merata secara kimia). Pencampuran juga dapat dilakukan dalam keadaan kering (*dry mixing*) dan basah (*wet mixing*). Komposisi paduan tersebut dicampur dengan perbandingan jumlah yang sama, agar didapatkan pencampuran terbaik.

### 2.4.2 Proses Penekanan (*Compacting*)

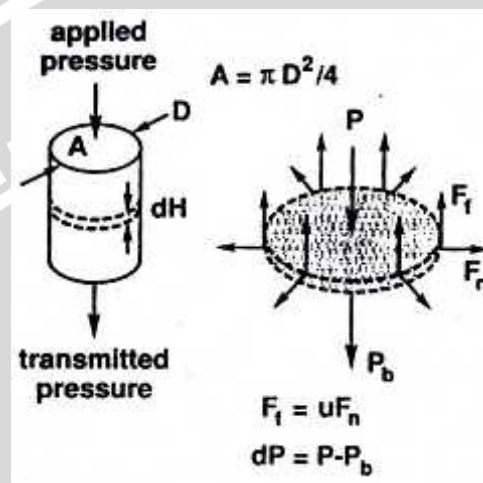
Penekanan adalah suatu proses pembentukan atau pemampatan serbuk sehingga mempunyai bentuk tertentu dan mempunyai kekuatan yang cukup untuk mengalami proses selanjutnya. Terdapat beberapa metode penekanan, diantaranya, penekanan dingin (*cold compaction*) dan penekanan panas (*hot compaction*). *Cold compaction* adalah proses pemadatan serbuk pada temperatur ruang dengan 100-900 MPa untuk menghasilkan *green body* atau kompak mentah. Penekanan terhadap serbuk dilakukan agar serbuk dapat menempel satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses *sintering*, Murjito 2010. Umumnya banyak digunakan untuk serbuk yang mudah teroksidasi. Proses *cold compaction* terdapat beberapa macam antara lain:

1. *Die Pressing*, yaitu penekanan yang dilakukan pada cetakan yang berisi serbuk.
2. *Cold isotactic pressing*, yaitu penekanan pada serbuk pada temperatur kamar yang memiliki tekanan yang sama dari setiap arah.
3. *Rolling*, yaitu penekanan pada serbuk metal dengan memakai *rolling mill*,

Sedangkan penekanan panas (*hot compaction*) yaitu proses pemadatan serbuk yang diiringi dengan pemanasan (*sintering*). Umumnya digunakan untuk serbuk yang tidak mudah teroksidasi. 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, Suwanda 2006.

Gesekan pada dinding *dies* dengan serbuk adalah masalah utama dalam kompaksi serbuk uniaksial. Gesekan menyebabkan tekanan yang dilakukan pada serbuk menjadi berkurang. Berikut ini adalah contoh gaya yang bekerja pada proses penekanan (*compacting*): tekanan pada silinder berdiameter D dan tinggi H ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Gaya yang bekerja selama proses penekanan.  
Sumber: German, R.M. 1994.

Analisa dari sebuah potongan yang memiliki tinggi  $dH$  ketika diberi gaya tekan dari luar, terlihat bahwa tekanan dari atas  $P$  diteruskan ke bawah  $P_b$ , dan gaya penekanan tersebut didistribusikan merata menjadi  $F_1$ . Secara matematik, keseimbangan gaya pada potongan ini (hukum Newton I) adalah:

$$\sum F = 0 = A \cdot (P - P_b) + \mu \cdot F_n \quad (2-1)$$

Keterangan:  $F$  = gaya

$A$  = luas penampang

$\mu$  = koefisien gesek antara *powder* dengan dinding cetakan

$F_n$  = gaya normal

Gaya normal dapat diberikan pada hubungan dari tekanan yang digunakan dengan perbandingan konstan  $z$  yang disesuaikan dengan tekanan densitas. Persamaan yang menunjukkan rasio tegangan radial dan tegangan aksial adalah:

$$F_n = \pi \cdot z \cdot P \cdot D \cdot dH \quad (2-2)$$

Keterangan:  $F_n$  = gaya normal

$P$  = tekanan

$D$  = diameter penampang

$dH$  = tinggi padatan

Gaya gesek dihitung dari gaya normal dan koefisien gesek seperti berikut:

$$F_f = F_n \cdot \mu \quad (2-3)$$

$$F_f = \pi \cdot \mu \cdot z \cdot P \cdot D \cdot dH \quad (2-4)$$

Keterangan:  $F_f$  = gaya gesek

Perbedaan tekanan antara permukaan atas dengan permukaan bawah  $dP$  dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$dP = P - P_b = -F_f/A = -4 \cdot \mu \cdot z \cdot P \cdot dH/D \quad (2-5)$$

Keterangan:  $dP$  = Perbedaan tekanan antara permukaan atas dengan permukaan bawah

Persamaan tersebut dapat digunakan pada penekanan dari satu arah (*Single action pressing*). *Single-ended compaction* terbatas pada geometri yang sederhana. Untuk *single-ended compaction*, tegangan kompaksi rata-rata dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$\sigma = P[1 - 2\mu z(H/D)] \quad (2-6)$$



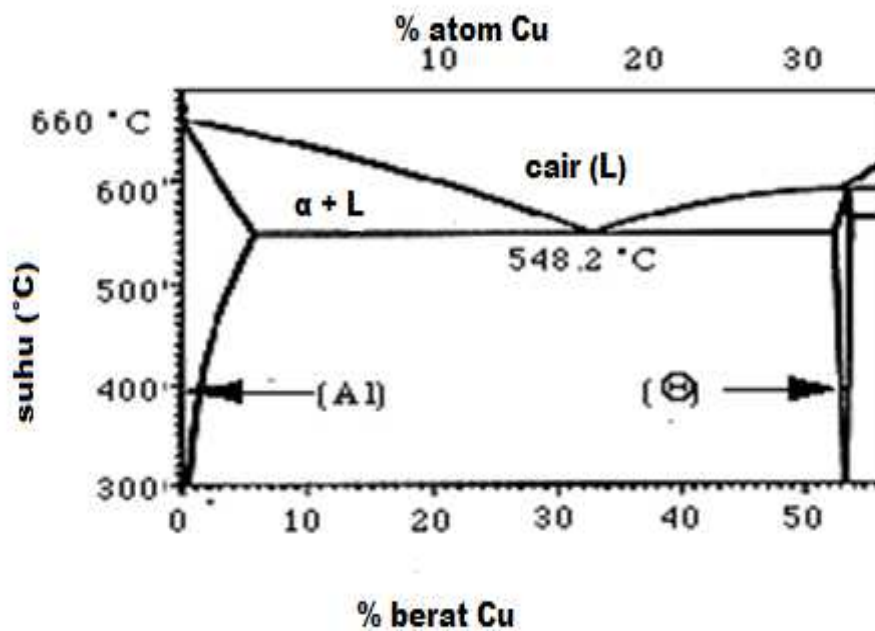
Keterangan:  $z$  = distribusi penekanan aksial ke radial

$H/D$  = perbandingan tinggi dan diameter

Dari rumus diatas, tegangan rata-rata bergantung pada perbandingan ketinggian dengan diameter ( $H/D$ ), distribusi penekanan aksial ke radial ( $z$ ), dan gesekan yang terjadi pada dinding *dies*. Gesekan pada dinding *dies* dapat menurunkan efisiensi dari kompaksi sehingga padatan mempunyai kepadatan yang tidak homogen karena ketinggian padatan awal bergantung pada tekanan yang dilakukan. Selain itu ukuran spesifik dan bentuk dari padatan dapat mempengaruhi distribusi dari kepadatan. Perbandingan antara tinggi dan diameter penting untuk mendapatkan sifat-sifat padatan yang seragam. Perbandingan  $u$ ,  $z$ ,  $H/D$  adalah ukuran yang sangat sensitif dari operasi penekanan. Hasil penekanan terbaik diperoleh ketika perbandingan tinggi ( $H$ ) dan diameter ( $D$ ) sangat kecil. Dengan perbandingan yang sangat kecil, akan didapatkan distribusi kekerasan yang merata. Jika perbandingan bertambah, maka gradien kepadatan akan bertambah dan densitas padatan menyeluruh juga bertambah pula, Asmara 2011.

#### 2.4.3 Proses Sintering

*Sinter* adalah suatu proses pengikatan partikel melalui proses pemanasan dibawah titik lebur, yang dilakukan selama proses penekanan atau sesudah penekanan. Temperatur *sinter* umumnya berada pada  $0.7 - 0.9$  dari temperatur cair serbuk utama atau  $T_s = 0.7 - 0.9 T_m$ . Proses *sinter* menyebabkan bersatunya partikel sedemikian rupa sehingga kepadatan bertambah. Selama proses ini terbentuklah batas-batas butir, yang merupakan tahap rekristalisasi. Disamping itu gas yang ada menguap.



Gambar 2.2 Diagram fasa Al-Cu.  
Sumber : Callister, 1997: 337.

## 2.5 Paduan Alumunium dan Tembaga (Duralumin)

Duralumin (juga disebut duraluminium atau dural) adalah nama dagang dari salah satu jenis *hardenable-aluminium alloy*. Duralumin merupakan sistem paduan aluminium - tembaga diperkaya dengan silikon, magnesium dan bersifat *heat treatable* khususnya akibat *naturally and artificially aging*, Wahyono 2012. Memiliki sifat ringan, keuletan tinggi, dan juga tahan korosi. Paduan ini dinamakan duralumin karena memiliki sifat *durability* yang tinggi. *Durability* adalah kemampuan suatu material untuk menerima beban kejut sehingga mampu memperpanjang usia produk akibat *fatigue*. Untuk kepentingan penempa, duralumin tidak boleh memiliki prosentase tembaga lebih dari 5,6 %, karena akan membentuk senyawa  $\text{CuAl}_2$  dalam logam yang menjadikan logam rapuh. (Heine, 1990: 293)

Duralumin dikembangkan oleh ahli metalurgi asal Jerman yaitu Alfred Wilm di Durener Metallwerke Aktien Gesellschaft. Pada tahun 1903, Wilm menemukan bahwa setelah quenching, paduan aluminium yang mengandung tembaga 4% perlahan akan mengeras bila dibiarkan pada suhu kamar selama beberapa hari. Paduan yang mengandung Cu mempunyai ketahanan korosi yang buruk, jadi apabila diinginkan ketahanan korosi yang tinggi, maka permukaannya dilapisi dengan Al murni atau paduan alumunium yang tahan korosi yang disebut pelat alklad.

Umumnya paduan Al-Cu digunakan dalam industri-industri *aircraft*, *automotive*, dan militer, seperti; struktur pesawat, *aircraft landing*, penutup isolator, *gear box*, *cylinder head* dan piston, *turbine* dan *supercharger impellers*, *connecting rods*, *missile fins*, Wahyono 2011.

## 2.6 Kekerasan

Kekerasan juga didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (*frictional*) dan deformasi plastis.

Kekerasan suatu material logam dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya :

### 1. Unsur paduan

Unsur paduan akan mempengaruhi sifat mekanik suatu logam. Contoh: aluminium memiliki kekuatan dan kekerasan yang tidak begitu tinggi, oleh karena itu digunakanlah tembaga sebagai paduannya. Dengan unsur tembaga pada aluminium akan meningkatkan kekerasan dan kekuatannya karena tembaga bisa memperhalus struktur butir dan akan mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang baik, mampu tempa, keuletan yang baik dan mudah dibentuk.

### 2. Jenis fasa logam

Jenis fasa dari logam juga berpengaruh terhadap kekerasannya. Misalnya, fasa martensit memiliki kekerasan yang tinggi karena fasa ini terjadi akibat pendinginan yang cepat sehingga transformasi atom terjadi tanpa difusi yang menyebabkan atom tersebut terjebak didalam larutan super jenuh.

### 3. Bentuk dan dimensi butir

Material dengan ukuran butir kecil akan memiliki kekerasan yang tinggi sedangkan butir besar akan memiliki kekerasan yang rendah. Material dengan butir halus akan memiliki kekerasan tinggi, dibandingkan dengan material dengan butir kasar.

Sedangkan kekerasan untuk sebuah produk hasil teknologi *Powder Metallurgy*, dipengaruhi oleh:

#### 1. Tekanan

Tekanan memiliki pengaruh terhadap nilai kekerasan dari produk hasil P/M. Dengan semakin besarnya tekanan yang diberikan pada saat proses kompaksi, maka ikatan antar partikel serbuk akan semakin kuat, sehingga menyebabkan kerapatan yang tinggi. Hal inilah yang menjadikan kekerasan bertambah besar.

#### 2. Dimensi Benda

Dimensi dari benda hasil P/M mempengaruhi nilai distribusi kekerasan. Dengan perbandingan diameter dan tinggi yang kecil, maka akan didapatkan nilai distribusi kekerasan yang tinggi.

#### 3. Luas Bidang Kontak antar Partikel

Luas bidang kontak berpengaruh terhadap mekanisme ikatan antar partikel. Semakin besar luas bidang kontak, maka mekanisme ikatan akan semakin besar, sehingga menyebabkan peningkatan kekerasan.

#### 4. Porositas

Nilai porositas berpengaruh terhadap kekerasan produk hasil P/M. Karena semakin kecil porositas maka nilai kekerasan akan bertambah besar. Karena porositas juga menyangkut kerapatan ikatan antar partikel, sehingga jika kerapatan tinggi (porositas rendah) maka kekerasan juga akan meningkat.

### 2.7 Porositas

Porositas adalah perbandingan volum rongga-rongga pori terhadap volum total logam. Untuk mencari prosentase porositas yang terdapat pada suatu produk, digunakan perbandingan 2 buah densitas yaitu:

1. *Theoretical Density*

Kepadatan dari suatu benda padat tanpa porositas yang terdapat di dalamnya. Didefinisikan sebagai perbandingan massanya terhadap volume sebenarnya.  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

2. *Apparent Density*

Berat setiap unit volume material termasuk cacat yang terdapat dalam material uji.  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

Pengukuran densitas dengan metode piknometri adalah sebuah proses membandingkan densitas relatif dari sebuah padatan dan sebuah cairan. Jika densitas cairan diketahui, densitas dari padatan dapat dihitung. Untuk memperoleh nilai *theoretical density*, dapat dicari dengan persamaan yang ada pada standar ASTM E 252-84, yaitu:

$$\rho_{th} = \frac{100}{((\%Al/\rho Al) + (\%Cu/\rho Cu) + \dots + (\%Fe/\rho Fe))} \quad (2-7)$$

Keterangan:

$\rho_{th}$  = *theoretical density*  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

$(\rho Al), (\rho Cu), (\rho Fe), \text{etc}$  = densitas unsur  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

$\% W Al, \% W Fe, \% W Cu$  = prosentase berat unsur

Sedangkan untuk menghitung *apparent density* menggunakan persamaan sesuai standar ASTM B 311-93, yaitu:

$$\rho_s = \rho_w \frac{W_s}{W_s - (W_{s2} - W_b)} \quad (2-8)$$

Keterangan:

$\rho_s$  = *Apparent density*  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

$\rho_w$  = Densitas air  $[\text{g}/\text{cm}^3]$

$W_s$  = Berat sampel diudara [g]

$W_{sb}$  = Berat sampel dan keranjang di dalam air [g]

$W_b$  = Berat keranjang di dalam air [g]

Perhitungan prosentase porositas yang terjadi dapat diketahui dengan membandingkan densitas sampel atau *apparent density* dengan *theoretical density*, yaitu:

$$\%P = \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right) \times 100\% \quad (2-9)$$

Keterangan:

$\%P$  = Prosentase porositas [%]

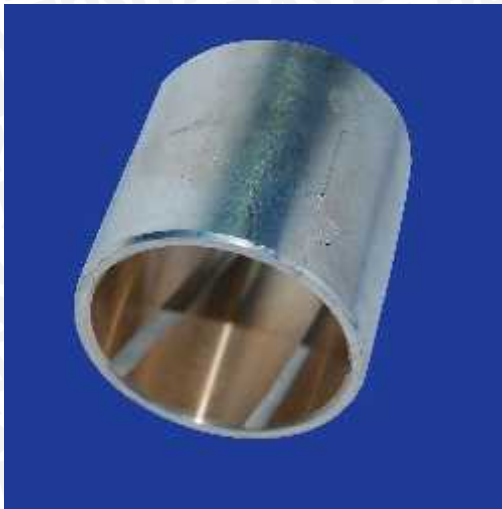
$\rho_s$  = *Apparent density* [ $g/cm^3$ ]

$\rho_{th}$  = *Theoretical density* [ $g/cm^3$ ]

## 2.8 Bushing

*Bushing* atau bantalan luncur merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan luncur tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

Pada bantalan luncur terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan, karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada saat memulai putaran, bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar memerlukan pendinginan khusus. Sekalipun demikian, karena adanya lapisan pelumas, bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding sehingga harganya bisa lebih murah.



(a)



(b)

Gambar 2.3 (a) *Bushing* dari *solid metal*, (b) *Bushing* dari *powder metal*.

Sumber : (a) <http://www.busytrade.com>, (b) <http://www.photonic-sourcing.com>.

## 2.9 Hipotesa

Semakin kecil ketebalan produk *bushing powder metallurgy* duralumin, maka nilai porositas akan menurun, karena luas permukaan partikel besar yang menyebabkan ikatan antar partikel semakin besar sehingga rongga yang timbul sedikit dan menyebabkan kerapatan tinggi. Nilai porositas bergantung pula pada luasan spesimen yang menerima beban penekanan, jika gaya tekan pada masing-masing spesimen konstan sedangkan luas penampang kecil, maka tekanan yang diberikan akan bertambah. Hal ini lah yang menyebabkan kemampatan dari spesimen bertambah, yang menyebabkan porositas menurun. Sedangkan nilai kekerasan akan meningkat akibat porositas yang menurun.