

# PENGARUH TEMPERATUR ATOMISASI SEMPROT UDARA TERHADAP UKURAN, BENTUK DAN KEKERASAN HASIL COR ULANG SERBUK TIMAH PUTIH

**Didik Sugiyanto**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
Jl. Sunter Permai Raya, Sunter Agung Podomoro Jakarta Utara, 14350  
email: [didiksgy@gmail.com](mailto:didiksgy@gmail.com)

*Perkembangan teknologi manufaktur menggunakan serbuk cukup berkembang pesat, terutama dibidang material komposit. Persoalan yang utama yang terjadi pada perkembangan dalam negeri adalah ketersediaannya jenis-jenis serbuk dari material yang mempunyai kualitas tinggi. Pada kegiatan penelitian ini peneliti mengembangkan pembuatan serbuk dengan menggunakan bahan dasar dari timah putih yang mempunyai kemampuan titik lebur yang relatif rendah, sehingga sangat mudah untuk dilakukan. Untuk itu dalam makalah ini peneliti mencoba untuk menganalisa karakteristik serbuk dengan pengujian bentuk, ukuran dan kekerasan serbuk setelah dicor ulang. Hasil pengujian kekerasan vickers rata-rata raw material (41,6 VHN), dari hasil cor ulang serbuk timah pada pengujian 1 atomisasi gas temperatur udara keluar nosel 60<sup>0</sup>C harga kekerasan rata-rata (50,2 VHN), pada pengujian 2 temperatur udara keluar nosel 75<sup>0</sup>C (49,5 VHN), pada pengujian 3 temperatur udara keluar nosel 90<sup>0</sup>C (49,0 VHN).*

**Kata kunci : Atomisasi, Serbuk, Uji Kekerasan**

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu teknologi sekarang semakin pesat, pada teknologi pengecoran logam banyak produk yang dihasilkan menggunakan material berbahan dasar dari serbuk logam. Teknologi manufaktur menggunakan serbuk cukup berkembang pesat, terutama dibidang material komposit. Misalkan serbuk besi, serbuk aluminium, serbuk nikel, serbuk timah, dan sebagainya. Pada umumnya semua jenis logam dapat dibuat menjadi serbuk, tetapi hanya beberapa logam yang dimanfaatkan untuk pembuatan benda jadi.

Disamping membuat benda jadi serbuk logam juga digunakan untuk pelapisan logam. Seperti timah, dalam kehidupan sehari-hari timah banyak digunakan untuk pelapisan logam tertentu karena mempunyai sifat yang tahan korosi, tidak mengandung racun, dan mempunyai kemampuan titik lebur yang relatif rendah, sehingga sangat mudah untuk dilakukan.

Dalam bidang makanan, timah digunakan untuk melapisi kaleng kemasan makanan yang terbuat dari besi. Dalam bidang pengobatan, paduan timah-aluminium digunakan untuk kemasan obat. Metode atomisasi masih terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas serbuk yang dihasilkan. Teknik penggunaan sumber energi yang lain memungkinkan ditemukannya metode-metode atomisasi baru, diantaranya metode atomisasi gas yang berasal dari kompresor.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ukuran dan bentuk serbuk timah yang dihasilkan dengan metode atomisasi gas sudut 90<sup>0</sup> dengan variasi temperatur udara keluar nosel 60<sup>0</sup>C, 75<sup>0</sup>C, dan 90<sup>0</sup>C dari kompresor yang mempunyai tekanan sebesar 115 Psi, kemudian untuk mengetahui kekerasan hasil cor ulang serbuk timah ukuran mesh 140 dan mesh 170 yang dicor pada cetakan.

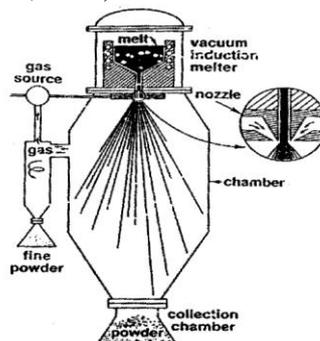
Penelitian terhadap *study* bentuk, ukuran dan densitas serbuk timah putih hasil dengan metode atomisasi gas bertekanan 115 Psi diperoleh dari kompresor, menyatakan bahwa semakin besar tekanan gas yang diberikan maka akan semakin halus serbuk yang dihasilkan. Bentuk yang dihasilkan dengan sudut 60 dengan 2 sprayer bentuk yang dihasilkan pada umumnya berbentuk *ligamental*, *rounded* dan bulat (*spherical*). Sedangkan dengan sudut 90 dengan 1 sprayer bentuk yang dihasilkan berbentuk *ligamental*, *rounded*, *tear drop* dan *angular*. Hasil optimum didapat pada tekanan 115 Psi pada sudut 90 dengan 1 sprayer (Farid, 2008)

Pengaruh variasi sudut terhadap distribusi ukuran butiran pada proses atomisasi timah putih, dimana pembuatan serbuk timah dengan menggunakan metoda proses atomisasi semprot udara.

Parameter proses yang divariasikan adalah sudut kemiringan nozel sebesar 30° dan 60° Tekanan udara yang dipakai berkisar antara 18-20 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur lebur pada keadaan konstan sebesar 400° C. Hasil optimum didapat pada sudut kemiringan nozel sebesar 30° (Nyoman dkk, 2005)

Teknik pembuatan metalurgi serbuk ini didahului dengan proses pembuatan serbuk, dimana logam yang masih berbentuk padat diubah menjadi serbuk logam dengan atomisasi gas, kemudian serbuk logam akan mengalami proses pencampuran (*mixing*) yang selanjutnya akan mengalami proses pembentukan (*shapping*) untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Produk dari proses pembentukan ini dikenal dengan *green body* (*green compact*). Produk *green body* tadi selanjutnya dipanaskan (*sinter*) dengan temperatur dibawah temperatur cair material tersebut (Amstead, 1995).

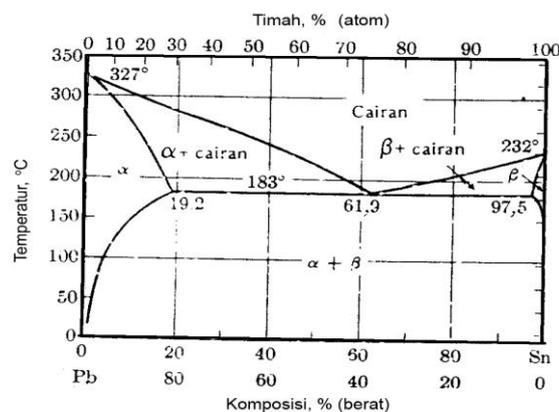
Dalam teknik pembuatan metalurgi serbuk ini dapat dilakukan dengan metode atomisasi gas atau penyemprotan logam dimana logam yang masih berbentuk padat diubah menjadi serbuk. Ini merupakan cara yang baik untuk membuat serbuk dari logam dengan suhu rendah seperti timah hitam, aluminium, seng, dan timah putih. (German, 1984)



**Gambar 1. Metode Atomisasi Gas**

Serbuk logam juga digunakan untuk pelapisan logam. Misalkan timah, dalam kehidupan sehari-hari banyak digunakan untuk pelapisan logam tertentu karena mempunyai sifat yang tahan korosi, tidak mengandung racun, dan memiliki titik didih yang rendah. Dalam bidang makanan, timah digunakan untuk melapisi kaleng kemasan makanan yang terbuat dari besi. Dalam bidang pengobatan, paduan timah-aluminium digunakan untuk kemasan obat. Timah dan paduannya juga digunakan untuk bantalan ringan, pemberat atau beban, bagian dari aki, pelindung radiasi sinar – X. (Groover, 1996)

Untuk mengetahui hubungan fasa yang hadir dengan komposisi pada temperatur tertentu maka harus digunakan diagram fasa. Diagram fasa dari paduan *Pb-Sn* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

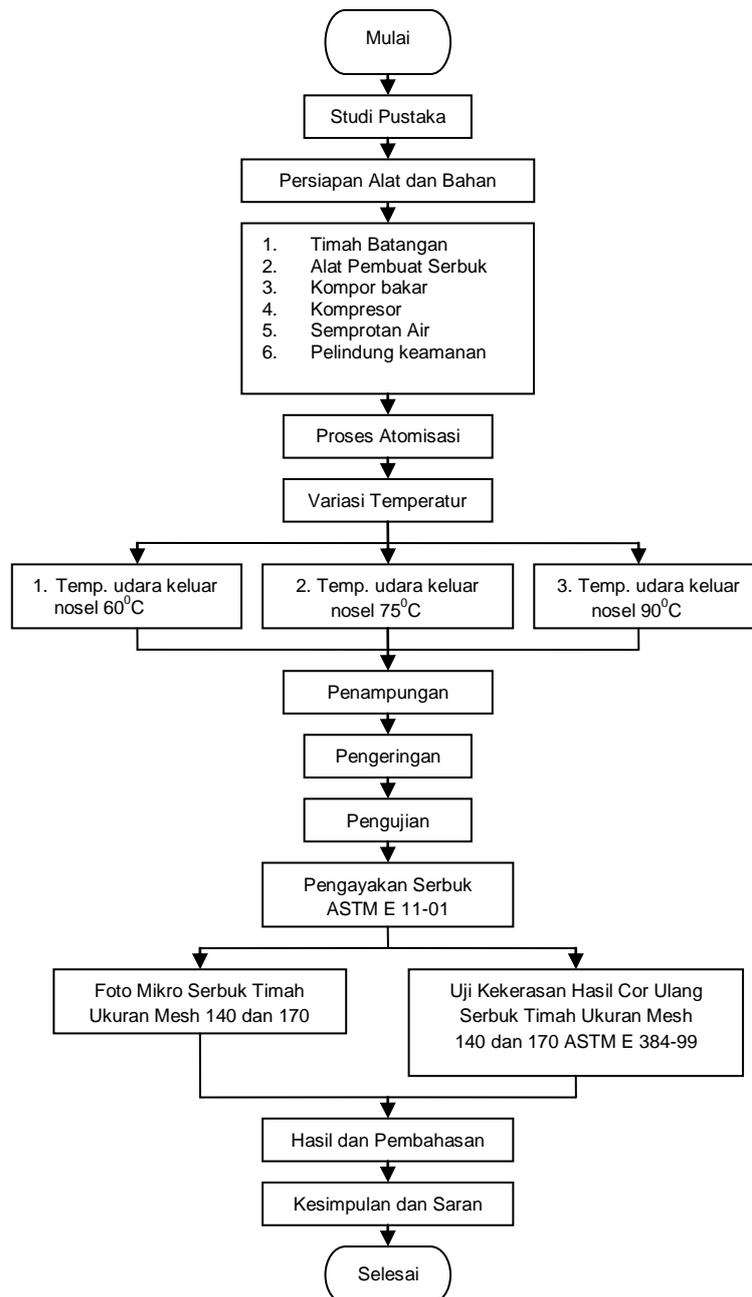


**Gambar 2. Diagram Fasa Pb-Sn**

Pengujian dengan metode *Vickers* memiliki keuntungan yaitu dapat menguji bahan yang terkecil sampai homogen. Metode *Vickers* menggunakan piramida intan sebagai penetrator. Karena bentuk penumbuknya seperti piramida, maka disebut uji kekerasan piramida intan. Angka kekerasan piramida intan (DPH) atau angka kekerasan *Vickers* (HV) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak (Dieter, 1998).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3. Diagram Alir Penelitian**

### 2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat serbuk adalah timah putih dengan perbandingan Sn/Pb (60/40) merk Pancing berbentuk batangan dengan berat  $\pm 200$  gr yang mempunyai panjang tiap batangnya  $\pm 27$  cm.

### 2.3. Alat Penelitian

1. Kompresor.
2. Alat pembuat serbuk
3. Kompor bakar.

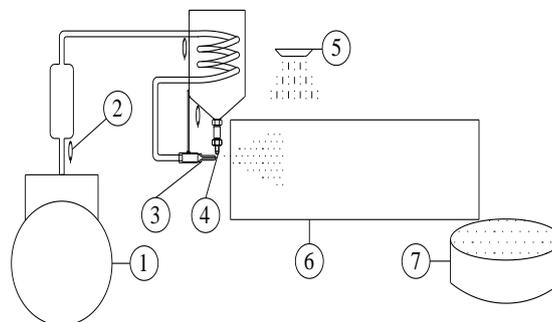
4. Semprotan Air
5. Thermokopel
6. *Stopwatch*.
7. Timbangan digital.
8. Ayakan (*sieving*) dan Pengerak Ayakan (*sieve shaker*).
9. Alat uji foto struktur mikro (*Olympus Microscope*).
10. Alat uji kekerasan *Micro Vickers Hardness Tester*.

## 2.4. Prosedur Penelitian

### 2.4.1. Proses Pembuatan Serbuk Timah

Pertama mulai dengan merangkai beberapa peralatan, seperti persiapan alat pembuat serbuk, kompresor dan kompor bakar. Setelah semuanya terangkai, kompresor dinyalakan sampai bertekanan 115 psi. Kemudian alat pembuat serbuk timah dipanaskan dengan kompor bakar. Setelah alat tersebut panas masukkan timah kedalam alat pembuat serbuk hingga timah mencair. Setelah mencair dan mengalir kebawah, buka kran dari kompresor yang terhubung dengan nosel pada alat pembuat serbuk. Kemudian terjadi proses atomisasi, dan pada saat itu juga kita semprotkan air agar serbuk tidak banyak berterbangan diudara bebas.

Hasil proses atomisasi timah ditampung didalam ember. Setelah didapatkan serbuk timah yang bercampur air, lalu kita saring menggunakan kain dan dijemur dibawah matahari atau diangin-anginkan. Kemudian serbuk timah yang dihasilkan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital.



**Gambar 4. Skema Peralatan Pembuat Serbuk Timah**

Keterangan :

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1. Kompresor                | 5. Semprotan Air |
| 2. Kompor Bakar             | 6. Seng          |
| 3. Nosel                    | 7. Ember         |
| 4. Saluran Turun Logam Cair |                  |

### 2.4.2. Pengujian Material

#### 1. Pengujian Ukuran Serbuk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi gas. Uji ini bisa dilakukan dengan metode *Possible Size Measure* dan *Equivalent Sphere Diameter*. Tetapi metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan ukuran partikel secara kolektif adalah menggunakan metode ayakan (*sieving*). Pertama serbuk diayak menggunakan ayakan ukuran 40, 60, 100, 140, dan 170 dengan bukaan ayakan 425  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ , 106  $\mu\text{m}$ , dan 96  $\mu\text{m}$  dengan standarisasi ASTM E 11-01. Kemudian ayakan diletakkan diatas alat penggerak ayakan (*sieve shaker*) selama 2 menit dan akan didapatkan hasil serbuk untuk tiap-tiap ukuran mesh. Setelah proses pengayakan selesai, kemudian serbuk ditimbang kembali agar diketahui berat serbuk pada tiap-tiap ukuran mesh.

Ukuran serbuk dinyatakan dalam analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik yang menunjukkan berat jumlah serbuk yang berada dalam setiap inkremen ukuran partikel. Ukuran serbuk secara kolektif dapat ditentukan dari persen kumulatif berat serbuk.

## 2. Pengujian Struktur Mikro.

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui bentuk serbuk yang dihasilkan dari tiap-tiap bagian pembuatan serbuk timah.

Alat uji struktur mikro ini menggunakan *Olympus Metallurgical Microscope* dengan menggunakan perbesaran 200X .

Sampel yang akan diuji adalah 2 spesimen dari ayakan yang mempunyai ukuran mesh 140 dan 170 pada ketiga percobaan dengan variasi temperatur udara keluar nosel.

## 3. Pengujian Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui harga kekerasan dari benda uji, yaitu dengan mengukur kekerasan pada hasil cor ulang serbuk timah pada mesh 140 dan mesh 170.

Jumlah sampel yang akan diuji adalah 2 spesimen dari 3 variabel (temperatur udara keluar nosel 60°C, 75°C, dan 90°C) dengan ukuran cetakan diameter 8 mm dan tinggi 10 mm. Pertama-tama dilakukan peleburan serbuk mesh 140 dan mesh 170 pada ketiga variabel dan dituangkan kedalam cetakan yang sudah disiapkan. Setelah didinginkan dengan cara didiamkan pada suhu kamar kemudian cetakan dilepas menggunakan gergaji triplek secara perlahan. Setelah lepas dilakukan penghalusan permukaan benda uji dengan kertas amplas nomor 400, 1000, dan 1500 secara berurutan. Kemudian dilakukan pemolesan menggunakan autosol dan kain beludru untuk menghilangkan sisa-sisa goresan dari hasil pengamplasan dan mendapatkan permukaan yang halus serta mengkilap lalu dilakukan pengujian kekerasan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Micro Vickers Hardenes Tester* dengan standarisasi ASTM E384-99. Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban uji dibagi luas permukaan lekukan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}DPH=VHN &= \frac{2P\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{D^2} \\ &= \frac{1,854P}{D^2} \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Dimana :

P = beban yang diterapkan (kgf)

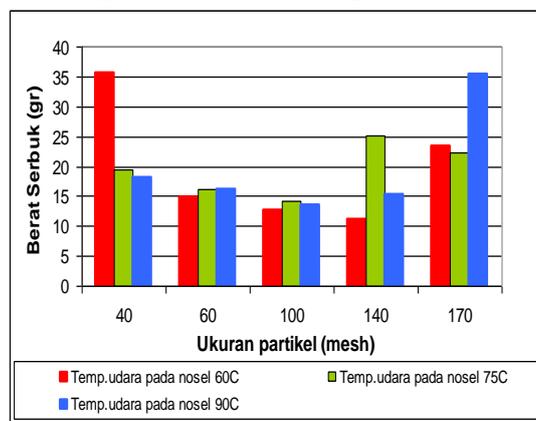
D = diagonal rata-rata (mm)

$\theta$  = sudut piramida = 136°

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

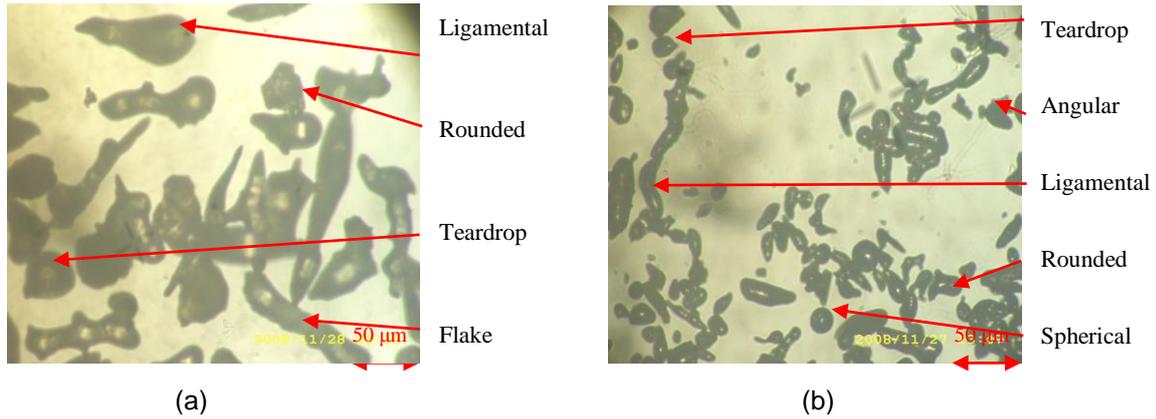
### 3.1. Hasil Pengujian

#### 3.1.1. Pengujian Ukuran Serbuk Dengan Metode *Screening*.

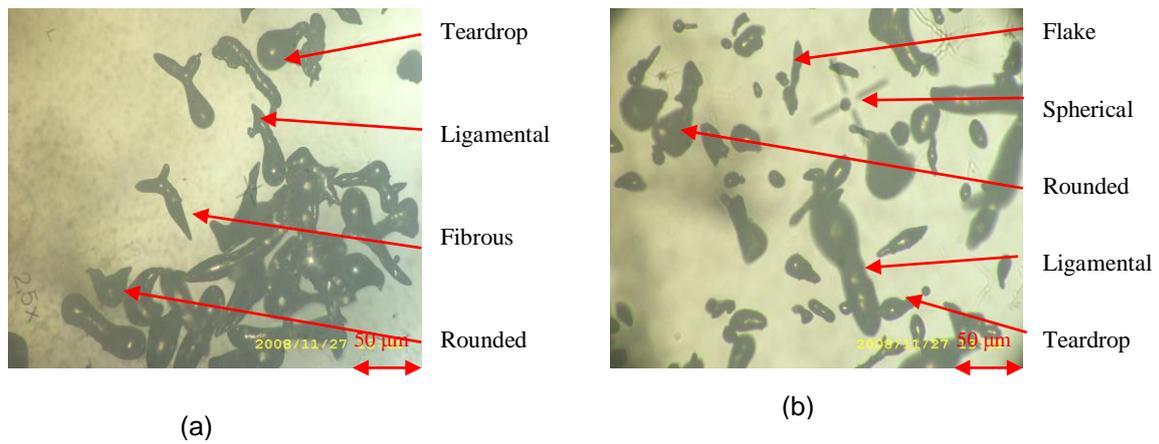


**Gambar 5. Histogram hubungan antara berat serbuk dengan ukuran partikel serbuk timah hasil metode atomisasi gas temperatur udara keluar nosel 60°C, 75°C, dan 90 °C**

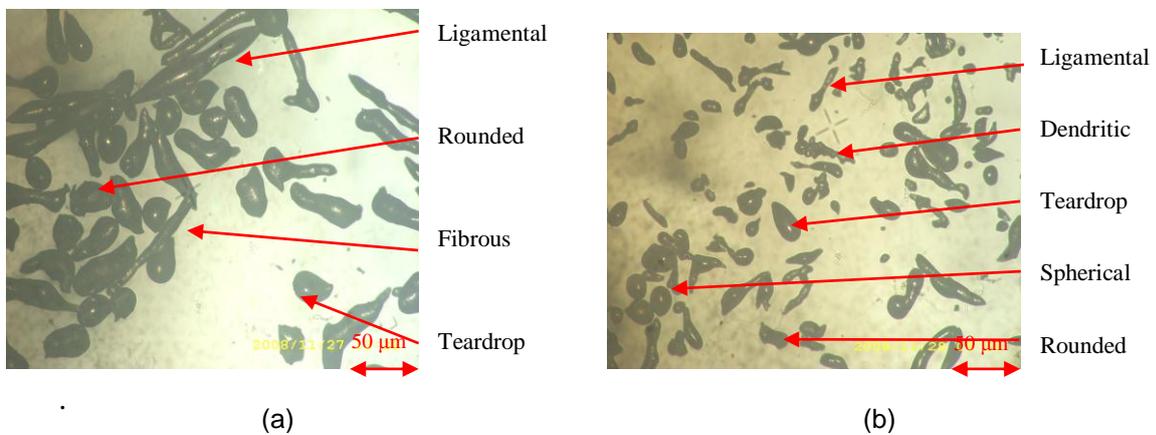
3.1.2. Pengamatan Bentuk Hasil Serbuk Timah.



Gambar 6. Bentuk struktur mikro serbuk timah dengan perbesaran 200 X hasil atomisasi gas dengan temperatur udara keluar nosel 90°C. (a) Ukuran mesh 140 dan (b) Ukuran mesh 170.



Gambar 7. Bentuk struktur mikro serbuk timah dengan perbesaran 200 X hasil atomisasi gas dengan temperatur udara keluar nosel 75°C. (a) Ukuran mesh 140 dan (b) Ukuran mesh 170

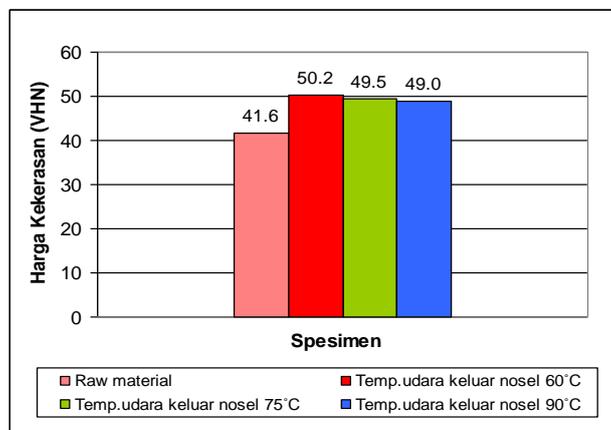


Gambar 8. Bentuk struktur mikro serbuk timah dengan perbesaran 200 X hasil atomisasi gas dengan temperatur udara keluar nosel 90°C. (a) Ukuran mesh 140 dan (b) Ukuran mesh 170.

### 3.1.3. Pengujian Kekerasan *Vickers* Hasil Cor Ulang Serbuk Timah Pada Ukuran Mesh 140 dan 170.

**Tabel 1. Harga kekerasan pada benda uji**

Benda Uji	Mesh	Letak	D rata-rata (mm)	VHN	VHN rata-rata
I	140	acak	0.381	51.1	50.2
		acak	0.384	50.4	
	170	acak	0.385	50.0	
		acak	0.388	49.3	
II	140	acak	0.383	50.7	49.5
		acak	0.389	49.0	
	170	acak	0.386	49.8	
		acak	0.390	48.7	
III	140	acak	0.386	49.7	49.0
		acak	0.391	48.5	
	170	acak	0.388	49.3	
		acak	0.391	48.6	
Raw material		acak	0.420	42.1	41.6
		acak	0.425	41.0	
		acak	0.419	42.2	
		acak	0.426	40.9	



**Gambar 9. Histogram harga kekerasan rata-rata pada hasil serbuk timah yang telah dicor ulang hasil atomisasi gas dengan temperatur udara keluar nosel 60°C, 75°C, 90°C dan raw material.**

## 3.2. Pembahasan

### 3.2.1. Ukuran Serbuk.

Dari grafik distribusi hubungan di atas terlihat bahwa ukuran partikel yang dihasilkan pada metode atomisasi gas sudut 90° pada temperatur udara keluar nosel 90°C memiliki distribusi yang mengalami perubahan cukup tajam, dari berat serbuk yang dihasilkan pada mesh 40 sebesar 18,17 gram dan mesh 170 sebesar 35,87 gram lebih baik dibandingkan pada temperatur udara keluar nosel 60°C dan 70 °C. Hal ini berarti semakin tinggi temperatur udara pada proses atomisasi semprot udara, maka semakin besar kecepatan geraknya sehingga menyebabkan tumbukan terhadap cucuran timah semakin besar dan serbuk yang dihasilkan semakin halus apabila temperatur udara pada nosel semakin tinggi yang disemprotkan pada benda cair, maka serbuk yang dihasilkan akan semakin halus.

### 3.2.2. Bentuk Serbuk

Dari hasil foto stuktur mikro, dihasilkan bentuk serbuk timah dengan metode atomisasi gas pada sudut 90° temperatur udara keluar nosel 60°C ukuran mesh 140, banyak dihasilkan serbuk berbentuk *ligamental* dan *flake*, kemudian berbentuk *rounded* dan *teardrop* (gambar 10a). Pada ukuran mesh 170 banyak dihasilkan serbuk berbentuk *rounded* dan *teardrop*, kemudian berbentuk *spherical*,

*angular* dan *ligamental* (gambar 10b). Bentuk *angular*, *teardrop*, *flake* sedikit apabila dibandingkan bentuk *ligamental* dan *rounded*., sedangkan bentuk yang paling sedikit dihasilkan adalah *spherical*.

Pada temperatur udara keluar nosel 75°C ukuran mesh 140 banyak dihasilkan serbuk berbentuk *teardrop* dan *ligamental*, kemudian bentuk *rounded* dan *fibrous* (gambar 11a). Pada ukuran mesh 170 banyak dihasilkan serbuk berbentuk *rounded* dan *teardrop* kemudian bentuk *spherical*, *flake*, dan *ligamental* (gambar 11b). Bentuk *ligamental*, *fibrous*, dan *flake* sedikit apabila dibandingkan dengan bentuk *rounded* dan *teardrop* sedangkan bentuk yang paling sedikit dihasilkan adalah *spherical*.

Pada temperatur udara keluar nosel 90°C ukuran mesh 140 banyak dihasilkan serbuk berbentuk *teardrop* dan *rounded*, kemudian bentuk *ligamental* dan *fibrous* (gambar 12a). Pada ukuran mesh 170 banyak dihasilkan serbuk berbentuk *spherical* dan *teardrop*, kemudian bentuk *dendritic*, *ligamental*, dan *rounded*. (gambar 12b). Bentuk *ligamental*, *rounded*, dan *fibrous* sedikit apabila dibandingkan dengan bentuk *teardrop* dan *spherical*, bentuk yang paling sedikit dihasilkan adalah bentuk *dendritic*.

### 3.2.3. Pengujian Hasil Kekerasan Cor Ulang Serbuk.

Dari hasil uji kekerasan didapatkan harga kekerasan rata-rata raw material (41,6 VHN) dan hasil cor ulang serbuk timah ukuran mesh 140 dan mesh 170 pada saat atomisasi gas sudut 90° variasi temperatur udara keluar pada nosel 60°C (50,2 VHN), temperatur udara keluar nosel 75°C (49,5 VHN), dan temperatur udara keluar nosel 90°C (49,0 VHN). Temperatur udara keluar nosel ternyata berpengaruh terhadap sifat oksidasi yang mempengaruhi kekerasan suatu logam. Serbuk timah yang dihasilkan pada temperatur udara keluar nosel 90°C kekerasan timah cor ulang oksidasi berkurang sehingga hasilnya semakin lebih lunak mengarah kesifat raw material.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran partikel dengan metode *screening* didapatkan hasil distribusi ukuran partikel yang dihasilkan dari metode atomisasi gas sudut 90° pada temperatur udara keluar nosel 60°C dihasilkan berat serbuk terbanyak pada ukuran mesh 40 yaitu 35,68 gram, untuk temperatur udara keluar nosel 75°C dihasilkan berat serbuk terbanyak pada ukuran mesh 140 yaitu 25,24 gram dan pada temperatur udara keluar nosel 90°C dihasilkan berat serbuk terbanyak pada ukuran mesh 170 yaitu 35,39 gram.

Bentuk yang dihasilkan rata-rata pada metode atomisasi gas sudut 90° pada temperatur udara keluar nosel 60°C bentuk yang dihasilkan rata-rata berbentuk *ligamental* dan *rounded*, pada temperatur udara keluar nosel 75°C bentuk yang dihasilkan rata-rata berbentuk *teardrop* dan *rounded*, pada temperatur udara keluar nosel 90°C bentuk yang dihasilkan rata-rata berbentuk *teardrop* dan *spherical*.

Dari hasil uji kekerasan vikors didapatkan harga kekerasan rata-rata raw material (41,6 VHN), untuk hasil cor ulang serbuk timah saat proses atomisasi temperatur udara keluar nosel 60°C (50,2 VHN), temperatur udara keluar nosel 75°C (49,5 VHN), dan temperatur udara keluar nosel 90°C (49,0 VHN).

## DAFTAR PUSTAKA

Amstead, B. H., dan Begeman, L. M., (1985), *Teknologi Mekanik*. Erlangga, Jakarta.

Dieter, George.E, (1998), *Mechanical Metallurgy*, University of Maryland.

German, M.R, (1984), *Powder Metallurgy Science*, Metal Powder Industries Federation, New Jersey.

Groover, M.P., (1996), *Fundamental of Modern Manufacturing*. Prentice Hall, New Jersey.

Hartomo, A.J dan Kaneko, T, (1992), *Mengenal Pelapisan Logam*. Andi Offset, Yogyakarta.

Farid, (2008), *Studi Bentuk, Ukuran dan Densitas Serbuk Timah Hasil Proses Pembuatan Serbuk dengan Metode Atomisasi*. UMS Surakarta.