

## PENGARUH WAKTU PENAHANAN PROSES SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN PRODUK EKSTRUSI PANAS DARI BAHAN BAKU GERAM ALUMINIUM HASIL PROSES PERMESINAN

\*Bagus Sigit Pambudi<sup>1</sup>, Rusnaldy<sup>2</sup>, Norman Iskandar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [bagusspambudi@gmail.com](mailto:bagusspambudi@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu penahanan (*holding time*) sintering terhadap nilai densitas, kekerasan dan struktur mikro pada hasil daur ulang aluminium dengan menggunakan proses *powder metallurgy*. Batang aluminium yang dibubut dan menghasilkan geram lalu digiling sehingga menjadi serbuk dengan *mesh* 40. Diberikan proses kompaksi sehingga serbuknya menjadi padat dengan panjang 20 mm dan diameter 14 mm dilanjutkan dengan proses pemanasan sebesar 350°C selama 2, 3, 4, dan 5 jam lalu diekstrusi melalui *dies* sehingga diameternya menjadi 12 mm. Nilai densitas dan kekerasan aluminium hasil proses *powder metallurgy* diperiksa dan dibandingkan. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu penahanan (*holding time*) sintering, nilai densitas meningkat namun nilai kekerasan menurun dan membesarnya ukuran butir.

**Kata Kunci:** Aluminium, *Powder metallurgy*, kompaksi, sintering, ekstrusi

### Abstract

*This research have a purpose to find out effect of hold time in sintering process about density, hardness value and microstructure from recycling aluminium with powder metallurgy process. Aluminium rod is on turning process produce aluminium chips and then is milling process produce powder with mesh 40. Compaction of aluminium powder until reach the green density with 20 mm length and 14 mm diameter continue with heating or sintering temperature is 350°C during 2, 3, 4, and 5 hours and then the specimen is extrude from 14 mm to 12 mm of diameter. Density and hardness value of aluminium with powder metallurgy process is examination. Result is indicate the longer time of hold time in sintering, density value is increase but hardness value is decrease and increase or coarsening of grain size.*

**Keywords:** Aluminium, *Powder metallurgy*, compaction, sintering, extrusion

### 1. Pendahuluan

Proses pembentukan aluminium akan menghasilkan limbah contohnya geram (*chips*) pada proses machining. Dengan semakin banyaknya produk yang terbuat dari aluminium, maka limbah aluminium dari industri jumlahnya semakin banyak. Pada umumnya geram aluminium tersebut dilakukan proses seperti *casting*, *compaction*, *heating*, dan *extrusion*.

Untuk menghindari kerugian dari proses pengecoran, proses lain yang dapat digunakan untuk geram aluminium adalah proses kompaksi (*cold compaction*) dan dilanjutkan dengan proses sintering ataupun ekstrusi (*hot plastic working*). Proses daur ulang dengan metode *powder metallurgy* ini relatif simpel, menggunakan energi yang kecil, dan tidak menimbulkan efek bahaya bagi lingkungan [1].

Hasil dari produk P/M ini nantinya terdiri dari kompaksi, sintering, dan ekstrusi. Ekstrusi digunakan karena proses produksi dengan metode ini dapat digunakan untuk membuat *frame* atau rangka, salah satunya yaitu rangka sepeda listrik. Untuk melakukan tahap awal ini hingga menjadi rangka sepeda listrik maka langkah awalnya yaitu meneliti pengaruh dari waktu sintering, suhu sintering, dan bentuk geram yang nantinya didapatkan parameter terbaik yang dapat digunakan untuk membuat rangka sepeda listrik.

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari waktu penahanan (*holding time*) terhadap nilai kekerasan dari aluminium hasil *powder metallurgy*.

## 2. Bahan yang Digunakan

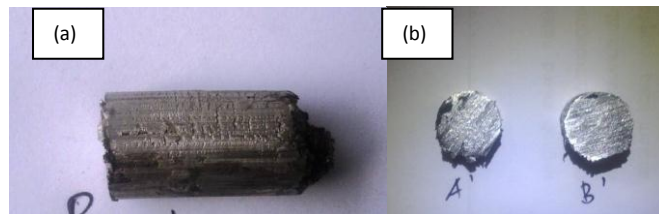
### 2.1 Spesimen

Dalam penelitian ini, spesimen yang digunakan adalah aluminium komersial dengan bentuk silinder yang kemudian dilakukan proses permesinan yaitu proses bubut sehingga menghasilkan geram. Selanjutnya geram digiling sehingga menghasilkan serbuk aluminium dengan *mesh* 40 seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Aluminium komersial (a), geram (b), dan serbuk aluminium (c)

Serbuk aluminium tersebut kemudian dikompaksi, disintering selama 2, 3, 4, dan 5 jam lalu diekstrusi dari diameter 14 mm melalui dies dengan diameter 12 mm seperti Gambar 2.



**Gambar 2.** Bentuk aluminium hasil *powder metallurgy* bagian luar (a) dan dalam (b)

### 2.2 Peralatan yang Digunakan

#### a. Mesin Bubut

Proses pertama yaitu melakukan proses permesinan yaitu proses bubut dengan menggunakan mesin bubut tipe CMZ T360 buatan Holland yang terdapat di Laboratorium Proses Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Mesin bubut CMZ T360

#### b. Alat Pencacah Geram (*Chips*) dengan *Mesh* 40

Geram dari proses bubut yang berbentuk spiral dicacah sehingga menghasilkan serbuk dengan ukuran *mesh* 40 dengan menggunakan alat milling yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mesin *milling*

**c. Alat Ekstrusi**

Proses *powder metallurgy* ini menggunakan alat ekstrusi yang terdiri dari rangka alat, cetakan kompaksi, cetakan ekstrusi yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alat ekstrusi

**d. Dongkrak**

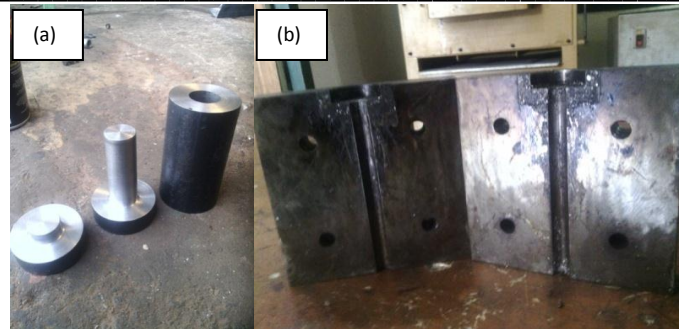
Dongkrak yang digunakan berkapasitas 20 ton pada Gambar 6 untuk melakukan proses kompaksi dan ekstrusi.



Gambar 6. Dongkrak

**e. Cetakan Kompaksi dan Ekstrusi**

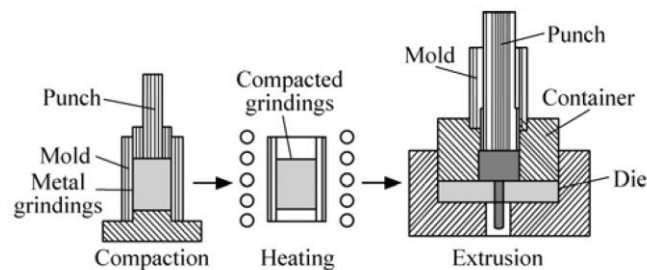
Cetakan kompaksi berdiameter 12 mm dan ekstrusi berdiameter 14 mm dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Cetakan kompaksi (a) dan ekstrusi (b)

### 3. Proses yang Dilakukan

Proses yang dilakukan pada serbuk aluminium terdiri dari kompaksi, sintering, dan ekstrusi panas dengan ilustrasi seperti Gambar 8. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dengan tujuan untuk mengetahui efek waktu penahanan sintering hasil dari *powder metallurgy* terhadap nilai kekerasan material.



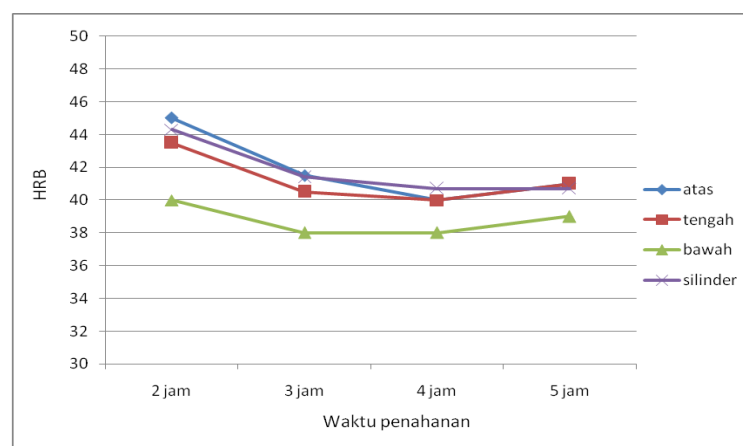
Gambar 8. Ilustrasi proses *powder metallurgy* [2]

### 4. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 9.

Tabel 2. Data Pengujian Kekerasan

Posisi	Nilai Kekerasan (HRB)			
	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam
Dinding silinder (ungu)	44,3	41,4	40,7	40,7
Dinding atas (biru)	45	41,5	40	41
Bagian tengah (merah)	43,5	40,5	40	41
Dinding bawah (hijau)	40	38	38	39



Gambar 9. Grafik nilai kekerasan

Nilai kekerasan pada Gambar 9 menggambarkan bahwa kekerasan pada bagian atas saat 2 jam (45 HRB) mengalami penurunan menuju 4 jam (40 HRB) dan kemudian nilai kekerasannya meningkat saat 5 jam (41 HRB). Bagian tengah mengalami penurunan dari 2 jam (43,5 HRB) ke 4 jam (40 HRB) dan meningkat saat 5 jam (41 HRB). Bentuk grafik yang sama juga ditemukan pada kekerasan di bagian bawah dengan kekerasan saat 2 jam (40 HRB) menurun saat 4 jam (38 HRB), dan meningkat saat 5 jam (39 HRB). Hal ini sama dengan yang diungkapkan oleh G.A. Sweet, 2014 bahwa pemanasan yang semakin lama akan membuat butir membesar sehingga menghilangkan batas butir dan terjadi penurunan nilai kekerasan, namun berbeda di penahanan 5 jam. Kekerasan pada bagian atas tampak lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan bawah diakibatkan pada bagian atas langsung berinteraksi dengan udara luar sehingga proses pendinginannya lebih cepat [3].

## 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan nilai kekerasan aluminium hasil *hot extrusion* dengan penahanan panas 350°C selama 2, 3, 4, dan 5 jam untuk bagian silinder adalah 44,3; 41,4; 40,7; 40,7 HRB, untuk bagian permukaan atas adalah 45; 41,5; 40; 41 HRB, untuk bagian tengah adalah 43,5; 40,5; 40; 41 HRB, dan untuk bagian bawah adalah 40, 38, 38, 39 HRB. Nilai kekerasan tertinggi pada bagian silinder, atas, tengah, dan bawah yaitu pada penahanan selama 2 jam.

## 5. Referensi

- [1] G. Lazzaro, S. Vittori, *Metal and energy saving by direct and continuous extrusion of aluminium scraps*, in: *Proceedings of the 121<sup>st</sup> TMS Annual Meeting*, San Diego, California, 1992.
- [2] S. Sugiyama, *Recycling of Minute Metal Scraps by Semisolid Processing: Manufacturing of Design Materials*, Institute of Industrial Science, 2010.
- [3] G.A Sweet, *Microstructure and Mechanical Properties of Air Atomized Aluminium Powder Consolidated Via Spark Plasma Sintering*, Dalhousie University, 2014.