



ANALISA SIFAT MEKANIK DARI CAMPURAN AL-CU DENGAN PERLAKUAN WAKTU PENGADUKAN DAN VARIASI TEKANAN KOMPAKSI

Firmansyah Hakim, Maula Nafi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

Email : Imansyahhakim@gmail.com

ABSTRAK

Metalurgi serbuk merupakan metode yang relatif baru dan mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan pengecoran. Namun proses metalurgi serbuk ini tidak bisa sepenuhnya menggantikan fungsi dari proses metode pengecoran. Karena masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam metodenya. Pada penelitian ini menentukan efek dan variasi terhadap tekanan dan waktu pengadukan terhadap nilai densitas, struktur mikro, dan kekerasan. Dari metode metalurgi serbuk ini dengan bahan dasar serbuk Al-Cu, variasi tekanan yang peneliti gunakan yaitu 6000, 6300, dan 6600 Psi. Dengan waktu pengadukan 1, 2, dan 3 menit. Untuk pengambilan data yang peneliti gunakan dengan pengujian densitas, pengujian struktur micro, dan pengujian kekerasan. Dari hasil pengujian ini di dapatkan nilai kekerasan terbesar ada pada tekanan 6300 Psi pada waktu pengadukan 2 menit sebesar 63,4 HRB, dan nilai kekerasan terendah terdapat pada tekanan 6000 Psi pada waktu pengadukan 3 menit sebesar 42,6 HRB. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan dan waktu pengadukan sangat berpengaruh pada nilai densitas, dan struktur mikro dan kekerasan.

Kata kunci: *Metalurgi serbuk, Tekanan, Waktu pengadukan, Densitas, Struktur Mikro, Kekerasan.*

ABSTRACT

Powder metallurgy is a relatively new method and has several advantages over the casting method. However, this powder metallurgical process cannot completely replace the function of the casting method. Because each has advantages in its method. This study determines the effect and variation of pressure and stirring time on the value of density, microstructure, and hardness. From this powderurgy method with Al-Cu powder as the base material, The pressure variations that the researchers used were 6000, 6300, and 6600 Psi. With a stirring time of 1, 2, and 3 minutes. For data collection, the researchers used density testing, microstructure testing, and hardness testing. From the results of this test, it was found that the greatest hardness value was at a pressure of 6300 Psi at a time of stirring for 2 minutes of 63.4 HRB, and the lowest hardness value was found at a pressure of 6000 Psi at a time of

stirring for 3 minutes of 42.6 HRB. This shows that the pressure and stirring time greatly affect the value of density, microstructure, and hardness.

Keywords: Powder Metallurgy, Pressure, Mixing Time, Density, Microstructure, Hardness

PENDAHULUAN

Metalurgi serbuk merupakan metode relatif lebih unggul dari pada proses pengecoran. Demikian metode ini sepenuhnya tidak bisa menggantikan fungsi dari proses metode pengecoran. Keduanya Memiliki kelebihan dan kekurangan dalam dengan hasil materialnya. Kelebihan dari metode ini pada efisiensi bahannya yang tinggi yang akan menyebabkan paduan dari bahan dengan perbedaan density dan temperatur yang tinggi pada titik leburnya, dapat menyebabkan homogenitas produk terkontrol dengan baik dan mudah dalam mengontrol komposisi antar paduannya. (Totok Suwanda, 2006).

Seiring dengan berkembangnya zaman, tingkat kebutuhan barang yang berkualitas khususnya pada kebutuhan otomotif semakin meningkat. Material atau paduan yang biasanya digunakan untuk membuat komponen dalam dunia otomotif merupakan material yang terbuat dari coran berbasis besi seperti logam, namun metode ini belum banyak digunakan secara luas karena hambatan teknik fabrikasi sehingga membutuhkan biaya yang sangat besar dalam produksinya (Mufidah,2015).

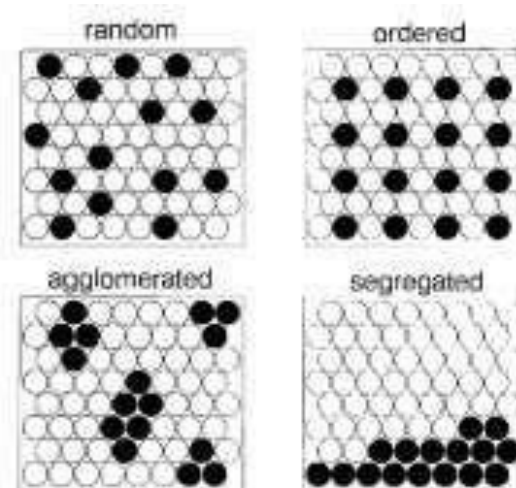
Ada berbagai cara yang digunakan dalam mencampurkan Al-Cu menjadi paduan mekanik. Dengan menggunakan metode metalurgi serbuk, yang dimana metode ini penerapannya sudah begitu luas dalam teknik fabrikasi didalam dunia industri modern dan metode ini juga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode pengecoran.

Metode ini digunakan dengan tujuan untuk menguasai pembuatan dan mengetahui sebuah komposit yang dianalisa pada Al dengan mensintesis unsur tembaga terhadap spesimen tekanan sebesar 6000, 6300, dan 6600 Psi dengan waktu tekan 10 menit dan waktu pengadukan 1, 2, dan 3 menit pada pengujian densitas, kekerasan, dan struktur mikro.

Metalurgi Serbuk

Pencampuran (pengadukan)

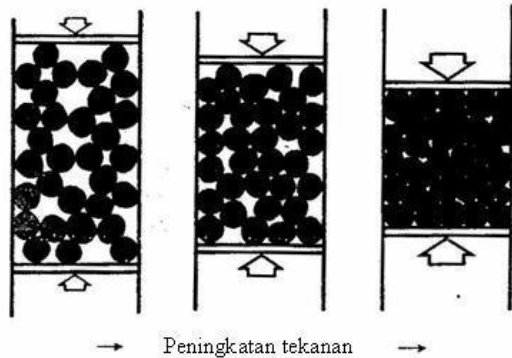
Paduan serbuk yang berbeda ini harus tercampur merata. Di samping untuk meratakan distribusi paduan Al-Cu, pengadukan ini dilakukan untuk meratakan campuran bahan pada pembuatan paduan. Bahan-bahan yang berbeda jenisnya atau berbeda titik leburnya harus tercampur merata (Ahmad Junaedi, 2013).



Gambar 1. Difersi Campuran Bubuk Al-Cu

Pemadatan

Proses pemadatan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan keinginan. Kompaksi dilakukan dengan cara memberikan tekanan pada paduan serbuk. Dengan kompaksi otomatis akan menaikkan massa jenis material tersebut (Kalpakjian,1989).



Gambar 2. Proses penekanan

Perlakuan Panas

Spesimen yang telah melalui proses kompaksi selanjutnya dilakukan dengan metode perlakuan panas yang bertujuan untuk menghasikan ikatan atom yang kuat. Untuk matriks Al pada titik lebur 660°C dengan perlakuan suhu sinter diantara 460°C-590°C (Totok Suwanda, 2006).

Densitas

Densitas merupakan pengujian yang dilakukan untuk mencari nilai kerapatan pada sebuah spesimen. Dari uji densitas ini menggunakan massa jenis sebagai nilai satuannya. Massa jenis merupakan besaran fisik, dengan perbandingan massa (m) dengan volume (V). (Taylor, 2000).

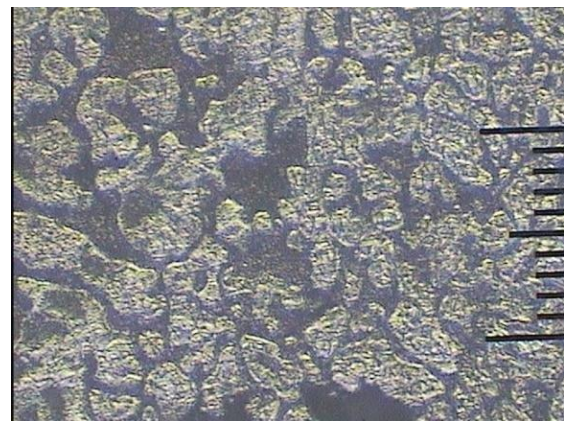
$$\rho = \frac{m_s}{(V_2 - V_1)} = \frac{m}{V} = \dots \text{ gr/ml}$$

Kekerasan (HRB)

Kekerasan (*Rockwell Hardness Brinell*) adalah salah satu pengujian yang paling banyak dinggunakan karena sangat sederhana. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menekan bagian tas permukaan spesimen dengan menggunakan indentor. Penekanan indentor ini diterapkan pada spesimen dengan beban minor, selanjutnya ditambahkan dengan bebas mayor, setelah itu beban mayor dilepaskan sedangkan beban minor tetap dipertahankan. (Totok Suwanda, 2006).

Struktur Mikro

Dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur pada paduan Al-Cu yang diuji. Dengan menggunakan spesimen yang telah dihaluskan terlebih dahulu setelah melalui proses pengamplasan sehingga dapat terlihat kandungan unsur pada permukaan spesimen tersebut.



Gambar 3. Struktur Mikro

PROSEDUR EKSPERIMEN

Pencampuran(Pengadukan)

Pada proses pengadukan paduan butiran Al-Cu harus tercampur merata, sebabnya perlu dilakukan pengadukan. Hati-hati dalam menuangkan butiran serbuk pada cetakan.



Gambar 4. Difersi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk



Gambar 6. Proses Sintering

Pemadatan (Kompaksi)

Pada proses pemadatan untuk mendapatkan spesimen dengan hasil yang sesuai, pemadatan harus menggunakan cetakan, untuk menaikkan massa jenis spesimen dilakukan beberapa variasi tekanan, selanjutnya paduan Al-Cu yang telah di padatkan ini disebut dengan green compact.



Gambar 5. Proses penekanan

Perlakuan Panas (Sintering)

Dengan hasil yang didapatkan dari kompaksi selanjutnya spesimen didinginkan pada suhu ruang selanjutnya dilakukan perlakuan panas dengan suhu yang mencapai temperature 550°C dari titik lebur bahan.

Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk menentukan nilai kerapatan pada suatu spesimen yang telah melalui proses perlakuan panas (*sintering*), dengan menggunakan perbandingan massa (m) dengan volume (V).



Gambar 7. Proses Uji Densitas

Pengujian Kekerasan (HRB)

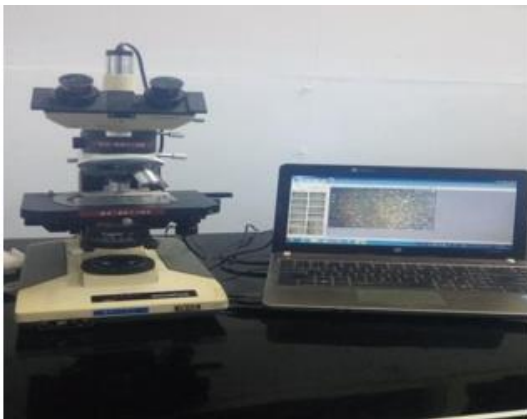
Uji kekerasan rockwell dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu spesimen, karena pengujian cepat dan tidak merusak dalam mengukur nilai kekerasan paa permukaan suatu material.



Gambar 8. Proses Uji Kekerasan

Uji Struktur Mikro

Merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui unsur kandungan yang terdapat pada suatu material. Dengan menggunakan material yang telah diproses kompaksi dan perlakuan panas material kemudian diampelas dengan halus agar dapat terlihat kandungan didalam.



Gambar 9. Proses Uji Struktur Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Struktur Mikro

Dari pengamatan menunjukkan bahwa struktur yang berwarna putih menunjukkan adanya kandungan Cu yang menyebar tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan pemadatan serbuk yang sangat baik dan ikatan antara partikel aluminium

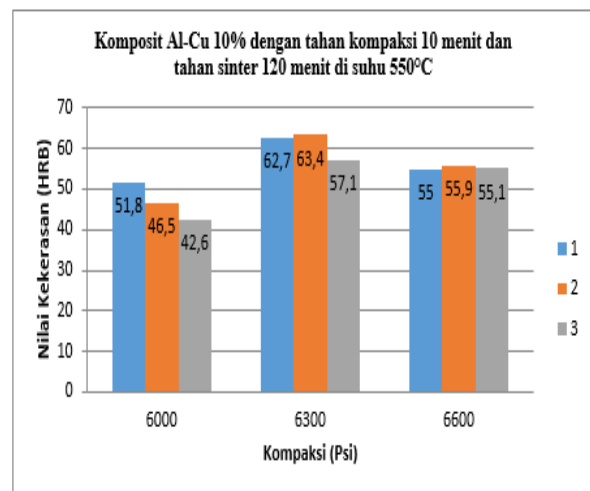
dengan tembaga menghasilkan ikatan yang baik.



Gambar 10. Uji Struktur Mikro

Hasil Uji Kekerasan (HRB)

Pengujian kekerasan *Rockwell* dengan tipe indentasi bola baja dengan beban 100 kg dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 11. Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Kekerasan

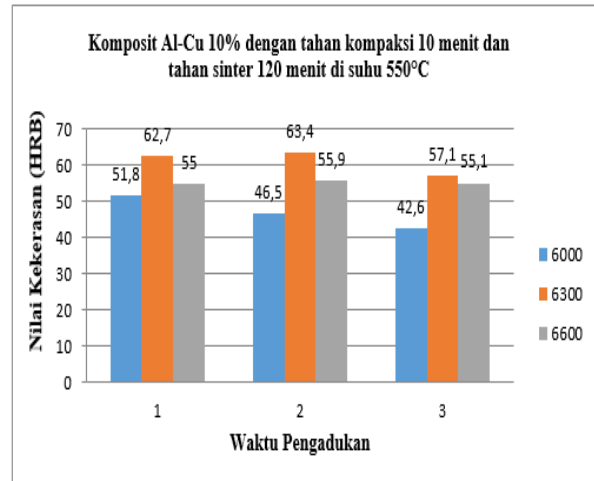
Dari grafik diatas dengan tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120 menit, pada nilai kekerasan (HRB) dengan tekanan 6000 Psi di waktu pengadukan 1 menit mendapatkan nilai kekerasan adalah 51,8HRB, pada tekanan 6300 Psi di waktu pengadukan 1 menit nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 62,7HRB, dan pada tekanan 6600 Psi di waktu

pengadukan 1 menit mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 55HRB.

Pada nilai kekerasan (HRB) dengan tekanan 6000 Psi di waktu pengadukan 2 menit mendapatkan nilai kekerasan adalah 46,5 HRB, pada tekanan 6300 Psi di waktu pengadukan 2 menit nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 63,4 HRB, pada tekanan 6600Psi di waktu pengadukan 2 menit mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 55,9 HRB.

Pada nilai kekerasan (HRB) dengan tekanan 6000 Psi di variasi pengadukan 3 menit mendapatkan nilai kekerasan adalah 42,6 HRB, pada tekanan 6300 Psi di variasi pengadukan 3 menit nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 57,1 HRB, pada tekanan 6600 Psi di variasi pengadukan 3 menit mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 55,1HRB.

Hal tersebut terjadi dengan seiring bertambahnya tekanan pada waktu tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120 menit di suhu 550°C, pada tekanan 6300 Psi merupakan tekanan paling optimum karena menghasilkan rata-rata nilai kekerasan tertinggi, berbanding terbalik pada tekanan 6600 Psi mengalami penurunan nilai rata-rata kekerasannya dan pada tekanan 6000 Psi mendapatkan nilai rata-rata kekerasan terendah. Peningkatan kekerasan ini dapat dipengaruhi proses tekanan kompaksi yang diberikan semakin tinggi akan sangat mempengaruhi distribusi antar butiran partikel Al-Cu yang mengakibatkan permukaan menjadi padat dan keras.



Gambar 12. Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Kekerasan

Dari grafik diatas dengan tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120 menit, pada nilai kekerasan (HRB) dengan waktu pengadukan 1 menit di tekanan 6000 Psi mendapatkan nilai kekekran adalah 51,8 HRB, pada waktu pengadukan 2 menit di tekanan 6000 Psi mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 46,5 HRB, dan pada waktu pengadukan 3 menit di tekanan 6000 Psi mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 51,8 HRB.

Pada nilai kekerasan (HRB) dengan waktu pengadukan 1 menit di tekanan 6300 Psi mendapatkan nilai kekekran adalah 62,7 HRB, pada waktu pengadukan 2 menit di tekanan 6300 Psi mengalami peningkatan nilai kekerasan menjadi 63,4 HRB, dan pada waktu pengadukan 3 menit di tekanan 6300 Psi mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 57,1 HRB.

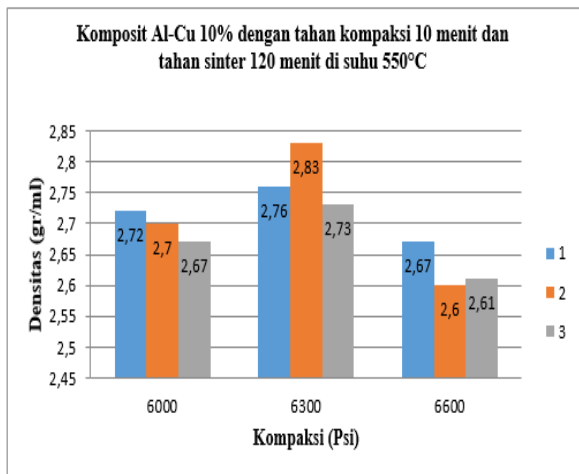
Pada nilai kekerasan (HRB) dengan waktu pengadukan 1 menit di tekanan 6600Psi mendapatkan nilai kekekran adalah 55 HRB, pada waktu pengadukan 2 menit di tekanan 6600 Psi mengalami peningkatan nilai kekerasan menjadi 55,9 HRB, dan pada

waktu pengadukan 3 menit di tekanan 6600 Psi mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 55,1 HRB.

Hal tersebut terjadi dengan seiring bertambahnya waktu pengadukan pada waktu tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120 menit di suhu 550°C, pada menit mendapatkan nilai kekerasan tertinggi, pada menit 1 mengalami penurunan nilai kekerasannya, dan pada menit 3 mendapatkan nilai kekerasan terendah. Penurunan nilai kekerasan diakibatkan oleh campuran serbuk penguat yang tidak tercampur dengan rata. Karena homogen campuran serbuk sangat berpengaruh pada melakukan proses penekanan karena gaya tekan yang diberikan pada saat proses kompaksi akan tercampur merata sehingga meningkatkan sifat mekanisnya.

Hasil Uji Densitas

Dari uji densitas ini didapatkan nilai massa jenis. Dengan menggunakan perbandingan massa (m) dengan volume (V). didapatkan hasil sebagai berikut.

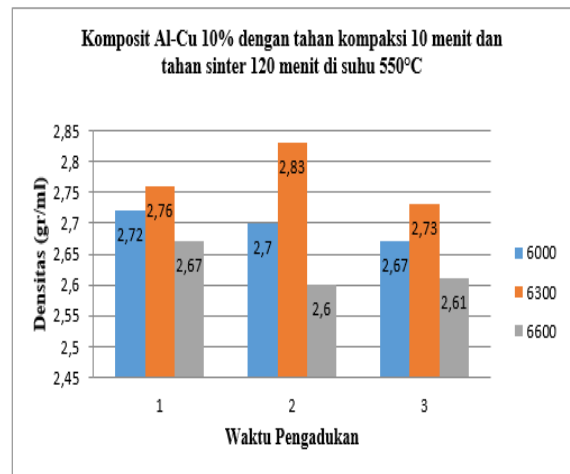


Gambar 13. Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Densitas

Dari grafik diatas dengan tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120

menit, pada nilai densitas (*gr/ml*) nilai densitas tertinggi didapat sampel dengan tekanan 6300 Psi di waktu pengadukan 2 menit dengan nilai sebesar 2,83 *gr/ml* dan nilai densitas terendah didapat pada sampel dengan tekanan 6600 di waktu pengadukan 2 menit dengan nilai sebesar 2,6 *gr/ml*.

Hal tersebut terjadi bahwa semakin tinggi kompaksi, maka nilai densitasnya juga akan meningkat. Namun apabila terjadi penurunan nilai densitas dapat di sebabkan oleh suhu sintering yang tinggi, maka densitasnya akan menurun.



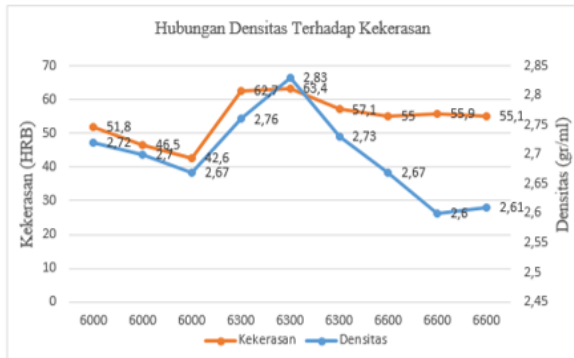
Gambar 13. Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Kekerasan

Dari grafik diatas dengan tahan kompaksi 10 menit dan tahan sinter 120 menit, pada nilai densitas (*gr/ml*) nilai densitas tertinggi didapat sampel dengan waktu pengadukan 2 menit di tekanan 6300 Psi dan nilai densitas terendah didapat sampel dengan waktu pengadukan 2 menit di tekanan 6600 Psi.

Hal tersebut terjadi bahwa semakin tinggi kompaksi, maka nilai densitasnya juga akan meningkat. Namun apabila terjadi penurunan nilai densitas dapat di sebabkan oleh suhu

sintering yang tinggi, maka densitasnya akan menurun.

Hubungan Nilai Densitas Dan Nilai Kekerasan



Gambar 14. Hubungan Densitas dan Kekerasan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai densitas dan kekerasan sangat berbanding lurus.

Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai densitas maka sampel tersebut akan lebih padat dan rapat ikatan antar partikelnya, maka nilai kekerasannya juga semakin meningkat. Namun apabila nilai densitas menurun maka nilai kekerasannya menurun dikarenakan banyaknya pori-pori mengakibatkan porositas yang dapat menurunkan nilai densitas dan juga nilai kekerasannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Melalui analisa yang telah dilakukan sebagaimana diatas penulis menyimpulkan bahwa :

1. Pengaruh variasi tekanan terhadap densitas dan kekerasan dengan variasi 6000, 6300, 6600 Psi Paduan Al-Cu, bisa dilihat di tekanan 6300 Psi yang mendapatkan nilai densitas tertinggi 2,83 (*gr/ml*), berbanding terbalik di tekanan 6600 Psi

mendapatkan nilai densitas terendah 2,6 (*gr/ml*), sedangkan pada nilai kekerasan terbesar didapatkan tekanan 6300 Psi dengan nilai 63,4 HRB dan nilai kekerasan terendah didapatkan tekanan 6000 Psi dengan nilai 42,6 HRB.

2. Pengaruh variasi waktu pengadukan dengan variasi 1, 2, 3 menit Paduan Al-Cu terhadap densitas dan kekerasan, bisa dilihat di waktu pengadukan tidak terlalu memberikan efek terhadap nilai densitas, sedangkan pada nilai kekerasan terbesar didapatkan waktu 2 menit 63,4 HRB dan nilai kekerasan terkecil didapatkan waktu 3 menit 42,6 HRB
3. Pengaruh hubungan densitas dan kekerasan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai densitas maka sampel tersebut akan lebih padat dan rapat ikatan antar partikelnya, maka nilai kekerasannya juga semakin meningkat. Namun apabila nilai densitas menurun maka nilai kekerasannya menurun dikarenakan banyaknya pori-pori mengakibatkan porositas yang dapat menurunkan nilai densitas dan juga nilai kekerasannya.

Agar penelitian dengan paduan Al-Cu dengan metode metalurgi serbuk, maka saran penulis:

1. Pada proses waktu pengadukan alangkah lebih baik menggunakan mesin pengaduk yang memiliki pengatur suhu panas dan kecepatan pengadukannya.
2. Untuk penelitian selanjutnya pada variasi waktu pengadukan lebih di

naikan lagi waktunya dan menggunakan suhu agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang kita inginkan.

3. Pada saat proses pembuatan spersimen baiknya lebih berhati-hati dan teliti terutama saat proses memasukan paduan pada cetakan dan juga pada saat meletakkan cetakan pada alat *pressing hidrolis*, dll. Agar hasil specimen sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Junaidi. 2013. Analisa Kekasaran Dan Ketahanan Aus Terhadap Bantalan Luncur Pada Motor Starter Yang Dibuat Dengan Metode Serbuk Tembaga – Alumunium. *Jurnal Autenit*. Vol. 5. No.1
- Callister Jr, W.D. dan Rethwisch, D.G. 2009. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 8th ed., John Wiley and Sons, NewYork.
- Jhony Paiman. 2014. *Analisa Pengaruh Temperatur Dan Waktu Tahan Sintering Terhadap Ikatan Antar Muka Pada Komposit Matrik Logam Cu- 10%Wtsn Dengan Metode Metalurgi Serbuk*. Tugas Akhir Department Of Materials Dan Metallurgical Engineering. Faculty of Industrial Technology Surabaya.
- Kalpakjian S. Schmid, Steven R. 2003. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Fourth Edition. Illinois Institute of Technology. Chicago.
- M. Faizin Alamsyah. 2013. Pengaruh Holding Time Pada Proses Age Hardening Terhadap Kekerasan Komposit Al-Cu Yang Diperkuat Serbuk Fly Ash. *Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 1, No. 1*.
- Muhammad Nur. 2015. *Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Kampas Kopling Plat Gesek*. Naskah Publikasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pramono Agus. 2011. Karakteristik Phisik Dan Struktur Mikro Komposit Logam Aluminium-Grafit Hasil Proses Metalurgi Serbuk. *Jurnal ROTOR*. Vol (4) 1.
- Pratama N. Hendra. 2014. *Pengaruh Variasi Tekanan Dan Temperatur Warm Compaction Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Komposit Cu-10%Sn + 0,5% Zinc Stearate Sebagai Material Peluru Frangible*. Tugas Akhir Department Of Materials Dan Metallurgical Engineering. Faculty of Industrial Technology Surabaya.
- Setiadi Iwan. 2018. Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro Komposit Aluminium/Alumina Dengan Metode Metalurgi Serbuk. *Jurnal Mekanikal*. Vol. 9 No.2: Juli 2018: 865-871
- Totok Suwanda.2006. Optimalisasi Tekanan Kompaksi, Temperatur Dan Waktu Sintering Terhadap Kekerasan Dan Berat Jenis Aluminium Pada Proses Pencetakan Dengan Metalurgi Serbuk. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. Vol. 9, No. 2, 2006: 187 – 198.
- Widyastuti dan Anugraha V. Gestantio. 2014. Pengaruh Komposisi Sn dan Variasi Tekanan Kompaksi terhadap Densitas dan Kekerasan Komposit Cu-Sn untuk Aplikasi Proyektil

Peluru Frangible dengan Metode
Metalurgi Serbuk. *Jurnal Teknik
Pomits* Vol. 3, No. 1, (2014) ISSN:
2337-3539