

PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN SUHU PADA PENGADUKAN SERBUK ALUMINIUM (Al), MAGNESIUM (Mg), DAN SENG (Zn) TERHADAP SIFAT MEKANIK LOGAM DENGAN METODE METALURGI SERBUK

Mahadi S.T., M.T., Sultan Achmad Dodo
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Sultan.dodo29@gmail.com

ABSTRACT

The use of aluminum is often found The mechanical properties of aluminum that are lightweight and rust resistant are among the reasons aluminum is often used for certain raw materials. However, the mechanical properties of aluminum if the levels are pure will not correspond to the intended use, because the hardness value is very small. Therefore aluminum to add mechanical properties need to be added to other alloy compounds. This research is focused on Magnesium (Mg and Zinc (Zn) compounds with levels of variation of both aluminum 95%, magnesium 2.5%, 2.5% zinc. tons and temperature 550 ° C (2) pressure 10 tons and temperature 570 ° C (3) pressure 12 tons and temperature 590 ° C. From each impact test, hardness and tensile variations of the third which has the highest value. From the picture above, it can be seen that the spread in the pressure and temperature variations in each Metal Matrix Composite (MMC) specimen. there is no variation in the MMC microstructure.

Keyword: Powder Metallurgy; Mechanical property; Sintering; Compaction.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia banyak sekali berdiri industri-industri besar dan kecil, dalam usaha pengembangan teknologi banyak upaya yang dilakukan yaitu dengan menciptakan karya baru dengan biaya murah, memiliki daya guna yang tinggi dan ekonomis. Namun pemanfaatan dan pengetahuan tentang cara-cara pengolahannya masih sangat kurang, sehingga sering banyak logam bekas yang terbuang percuma. Sehingga kita dituntut untuk bisa berkeaktifitas melalui pemikiran atau ide. Salah satunya dengan cara memanfaatkan bahan logam bekas atau sudah tidak terpakai (rijek) yang dibuat menjadi geram atau serbuk logam. Serbuk logam tersebut dapat kita olah lagi melalui proses pengepresan dengan bantuan alat pemanas menjadi benda logam padat. Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa melalui proses peleburan.

Berdasarkan jurnal sebelumnya, Toto Rusianto[1] Fitria dan Waziz telah 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.

Dengan itu kami mencoba melakukan suatu penelitian dimana melakukan variasi

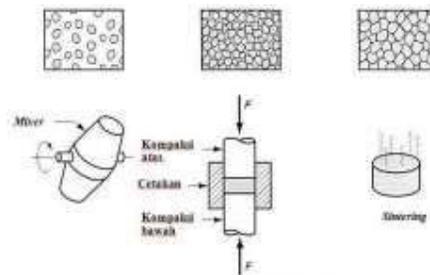
tekanan kompaksi dan dan variasi pada suhu sinter pada spesimen paduan Aluminium 95%: Magnesium 2,5% : Seng 2,5 %

II. TEORI DASAR

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 di bawah temperature leleh. Sehingga partikel – partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Metode metalurgi serbuk memberikan control yang teliti terhadap komposisi dan penggunaan campuran yang tidak dapat di fabrikasi dengan proses lain. Sebagai ukuran ditentukan oleh cetakan dan penyelesaian akhir (*finishing touch*). [2]

Proses metalurgi serbuk untuk aplikasi *magnetic* yang dalam hal ini adalah untuk memproduksi material *magnetic* lunak (*soft magnetic materials*) untuk aplikasi arus DC pada peralatan elektronik juga untuk magnet permanent. Dalam beberapa tetapi tidak berarti semua bagian dari aplikasi yang ada diproduksi dengan proses metalurgi serbuk karena metode ini dapat menghasilkan bentuk akhir dengan proses tambahan seperti *machining* dan *grinding* minimal pada satu waktu untuk mendapatkan sifat magnet yang diinginkan. [3]

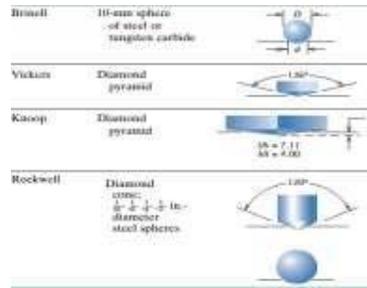


Gambar 2.1 Proses Metalurgi Serbuk

2.2 Pengujian

2.2.1 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang mengukur ketahanan suatu material terhadap adanya deformasi plastis pada suatu titik tertentu. Pengujian kekerasan adalah sederhana, sehingga banyak dilakukan dalam pemilihan bahan. Ada beberapa macam alat penguji kekerasan sesuai dengan: bahan, kekerasan, ukuran, dan lain – lain. Ada beberapa macam alat penguji kekerasan yang dipergunakan sesuai dengan: bahan, kekerasan, ukuran, dan lain – lain. Cara – cara pengujian kekerasan adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Teknik pengujian kekerasan[4]

Di dunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni:

1. Brinell (HB/BHN)
2. Vickers (HV/VHN)
3. Knoop(HK/VHN)
4. Rockwell (HR/RHN)

2.2.2 Pengujian Tarik

Untuk mengetahui sifat dari suatu material maka diperlukan suatu pengujian, salah satu pengujian yang paling sering dilakukan yaitu uji tarik (tensile test). Prinsipnya, uji tarik ini dilakukan menggunakan mesin yang dapat memberikan gaya tarik yang cukup kuat pada material dan juga memberikan cengkaman yang kencang sehingga material tidak terlepas ketika diberikan gaya tarik. [4]. Uji tarik memiliki prinsip dasar dari hukum hooke (hooke’s law) dimana regangan (strain) dan rasio tegangan (stress) adalah konstan. Sehingga hubungan dari strain dan stress dapat dirumuskan menjadi :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.2.3 Pengujian Impact

Adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading. Dalam Pengujian Mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji punter adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji dampak (fatigue) menggunakan jenis beban dinamik. Pada uji dampak, digunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain rate. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban dampak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini, akan diubah dalam berbagai respon material seperti deformasi plastis, efek histerisis, gesekan, dan efek inersia.[5]

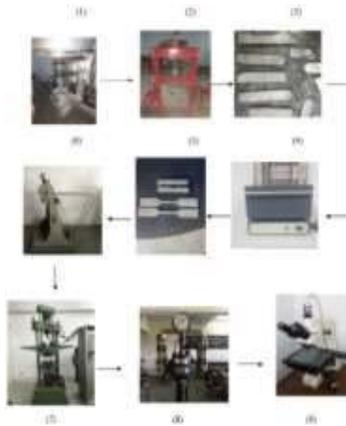
2.3.4 Pengujian Metalografi

Struktur mikro merupakan struktur yang dapat diamati dibawah mikroskop optik. Meskipun dapat pula diartikan sebagai hasil dari pengamatan menggunakan scanning electron microscope(SEM). Mikroskop optik dapat memperbesar struktur hingga 1500 kali.Struktur mikro suatu logam dapat diramalkan melalui diagram fasanya.Denganmelihat diagram fasa, kita dapat mengetahui komposisi daripaduan, dan juga mengetahui pada temperatur berapa butir akan tumbuh.Setelah benda uji sruktur mikro mengalami proses deformasi dan perlakuan panas, butir- butirakan mengalami perubahan bentuk dan ukuranUntuk dapat mengamati struktur mikro sebuah material oleh mikroskop optik, maka harus dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut :

Melakukan pemolesan secara bertahap hingga lebih halus dari 0,5 mikron. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan ampelas secara bertahap dimulai dengan grid yang kecil (100) hingga gird yang besar (2000). Dilanjutkan dengan pemolesan oleh mesin poles dibantu dengan larutan pemoles.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian & Pengujian

Keterangan:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Proses Pengadukan Serbuk | 6. Pengujian Impak |
| 2. Proses Pencetakan (kompaksi) | 7. Pengujian Tensil |
| 3. Hasil Setelah dicetak | 8. Pengujian Kekerasan |
| 4. Proses Pemanasan (sintering) | 9. Pengujian Metalografi |
| 5. Spesimen | |

3.2 Prosedur Pengujian

3.2.1 Proses penimbangan serbuk

Bahan yang digunakan untuk proses pembuatan metal matrix composite pada eksperimen ini terdiri dari serbuk aluminium, serbuk magnesium, serbuk seng. Masing-masing bahan tersebut akan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dengan perbandingan Timbang bahan aluminium 95%, magnesium 2.5%, seng 2.5%.

3.2.2 Proses Pengadukan Serbuk

Proses pengadukan serbuk ini dilakukan di Laboratorium Foundri, Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara. Adapun prosedur yang dilakukan pada proses pengadukan serbuk ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan mesin pengaduk untuk proses pencampuran serbuk aluminium, serbuk magnesium dan serbuk seng yang sudah ditimbang sesuai kadar yang diinginkan.
2. Siapkan bahan yang sudah di timbang dan masukan ke wadah pengaduk untuk dicampur.
3. Hidup kan mesin pengaduk dengan waktu kurang lebih 30 menit, dan proses ini dilakukan sebanyak serbuk yang diinginkan
4. Setelah sudah tercampur masukkan kedalam wadah masing – masing sesuai variasi.

3.2.3 Proses Kompaksi

Spesimen akan di cetak dengan menggunakan mesin kompaksi. Campuran Aluminium, Magnesium dan Seng (100:0:0,95:2.5:2.5 ,90:5:5%) dituangkan ke dalam cetakan, kemudian dilakukan proses compacting selama 10 menit dengan beban 10 ton. Kemudian setelah 10 menit, cetakan diangkat dan dipindahkan dari mesin press. Dan serbuk yang sudah ditekan dikeluarkan dari cetakan dengan perlahan, agar bentuk tidak hancur karena masih bersifat rapuh tidak terlalu keras. Selanjutnya akan dilakukan proses sintering dengan suhu 570 derajat celcius dan selanjutnya akan dilakukan proses pengujian. Tekanan pemadatan yang diperlukan tergantung pada jenis serbuk yang digunakan, dalam hal ini aluminium memiliki nilai yang berkisar antara 70 – 275 Mpa (5 – 20 ton- force).

3.3 Proses Sintering

Serbuk yang telah dicetak pada mesin kompaksi dengan tekanan 10 ton selanjutnya akan disintering. Suhu sintering yang digunakan pada penelitian ini adalah 90 % dari titik leleh aluminium yaitu pada suhu 570 derajat celcius dengan waktu penahanan sintering dilakukan selama 2 jam menggunakan furnace. Setelah 2 jam specimen dikeluarkan dari furnace dan specimen dibiarkan hingga suhu ruangan, pada tahap ini specimen sudah mengeras dengan baik, selanjutnya akan dilakukan proses machining, untuk menyesuaikan ukuran dengan ASTM untuk

dilakukan pengujian.

Untuk material komposit, temperature sinter yang digunakan adalah temperatur sinter dari matriks sebesar 70%-90% dari titik lebur bahan, dalam hal ini untuk bahan aluminium dengan titik lebur 660°C, temperatur sinternya berkisar antara 460°C hingga 590°C

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Kekerasan dan Uji Tarik

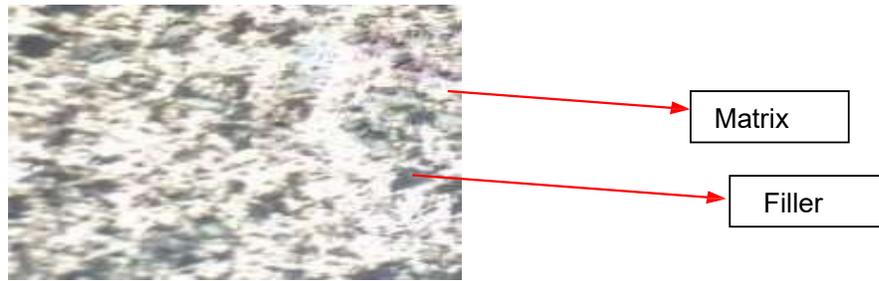
Tabel 4.1 Uji Kekerasan

Variasi	Titik	F(kgf)	D (mm)	d (mm)	BHN	Avg
Tekanan 8 ton Temp 550°C	1	500	5	3.5	50.3	48.1
	2	500	5	3.7	44.9	
	3	500	5	3.5	50.3	
	4	500	5	3.6	47.5	
	5	500	5	3.6	47.5	
Tekanan 10 ton Temp 570°C	1	500	5	3.4	53.4	54.26
	2	500	5	3.3	56.8	
	3	500	5	3.2	60.5	
	4	500	5	3.5	50.3	
	5	500	5	3.5	50.3	
Tekanan 12 ton Temp 590°C	1	500	5	2.6	92.6	86.02
	2	500	5	2.8	79.6	
	3	500	5	2.8	79.6	
	4	500	5	2.7	85.7	
	5	500	5	2.6	92.6	

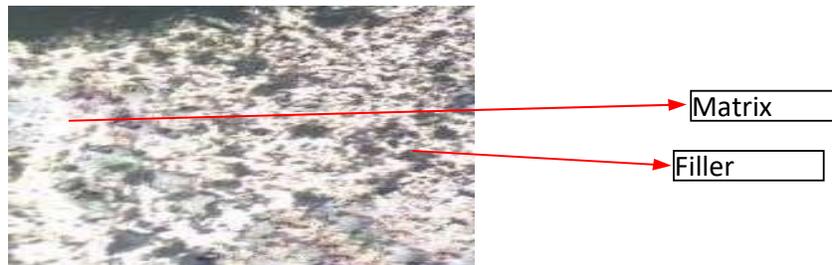
Tabel 4.2 Uji Tarik

Variasi	Dimensi (L x w x t) (mm)	Ultimate Force (kgf)	Kekuatan Tarik (kgf/mm ²)	Avg
Tekanan 8 ton Temp 550°C	25 x 6.3 x 3	131,544	6.9	7,7
	25 x 6.3 x 3	140,804	7.5	
	25 x 6.3 x 3	148,932	7.9	
	25 x 6.3 x 3	148,932	7.9	
	25 x 6.3 x 3	154,98	8.2	
Tekanan 10 ton Temp 570°C	25 x 6.3 x 3	172,557	9.1	9,8
	25 x 6.3 x 3	188,055	9.9	
	25 x 6.3 x 3	197,316	10.4	
	25 x 6.3 x 3	185,409	9.8	
	25 x 6.3 x 3	196,938	10.4	
Tekanan 12 ton Temp 590°C	25 x 6.3 x 3	294,084	15.6	15,4
	25 x 6.3 x 3	279,342	14.8	
	25 x 6.3 x 3	302,211	15.9	
	25 x 6.3 x 3	304,668	16.1	
	25 x 6.3 x 3	279,696	14.6	

4.2 Hasil Uji Metalografi



Gambar 4.1 Struktur Mikro dengan Variasi Komposisi



Gambar 4.2 Struktur Mikro dengan Variasi Komposisi



Gambar 4.3 Struktur Mikro dengan Variasi Komposisi 3

Pada pengujian mikrostruktur, dari gambar diatas dapat dilihat penyebaran pada variasi tekanan dan suhu di setiap spesimen Metal Matrix Composite (MMC). Dari setiap variasi yang berbeda, tidak terlihat perbedaan penyebaran dan perbedaan struktur yang signifikan, hal ini disebabkan pada pengujian menggunakan variasi komposisi yang sama, sehingga tidak terjadi variasi pada mikrostruktur MMC tersebut. permukaan luar meskipun rongga berada di tengah-tengah benda. Pada pengujian mikrostruktur, dari gambar diatas dapat dilihat penyebaran pada penguat SiC, Mg dan Zn di setiap spesimen Metal Matrix Composite (MMC). Dari setiap variasi komposisi yang berbeda, semakin banyak pada campuran penguat Mg dan Zn maka semakin banyak penyebaran serbuk penguat terlihat pada foto mikrostruktur, sehingga nilai porositas semakin kecil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun hasil uji kekerasan, uji tarik dan uji impak setiap variasi spesimen diuraikan berikut:

- a. Nilai kekerasan pada pengujian yang didapat adalah sebagai berikut : Disimpulkan pada nilai kekerasan pada penambahan tekanan dan suhu pada proses kompaksi dan sintering untuk pembuatan komposit matrik logam (MMC) dapat menambahkan nilai kekerasan. Dan nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 12 ton dan suhu sintering 590°C di rata – rata sebesar 86,02 BHN dan terendah pada tekanan 8 ton dan suhu sintering 550°C di rata – rata sebesar 48,1 BHN.
- b. Nilai kekuatan tarik pada pengujian yang didapat adalah sebagai berikut :
Disimpulkan pada nilai kekuatan tarik pada penambahan tekanan dan suhu pembuatan komposit matrik logam (MMC) dapat menambahkan kekuatan tarik. Dan nilai kekuatan tarik tertinggi pada tekanan 12 ton dan suhu sintering 590°C di rata – rata sebesar 15,42 kgf/mm² dan terendah pada tekanan 8 ton dan suhu sintering 550°C di rata – rata sebesar 7,68 kgf/mm².
- c. Nilai kekuatan impak pada pengujian yang didapat adalah sebagai berikut:
 1. Disimpulkan pada nilai kekuatan impact serbuk tambahan berupa tekanan dan suhu pada pembuatan komposit matrik logam (MMC) dapat menambahkan kekuatan impact. Dan nilai kekuatan impact tertinggi pada tekanan 12 ton dan suhu sintering 590°C di rata – rata sebesar 281,524 J dan terendah pada tekanan 8 ton dan suhu sintering 550°C di rata – rata sebesar 274,688 J.
 2. Pada pengujian metalografi dapat disimpulkan pada pengadukan serbuk Aluminium, Magnesium, dan Seng dengan variasi beban kompaksi dan suhu sintering, tidak terlihat perbedaan dari ketiga variasi tersebut, hanya saja terlihat perbedaan antara aluminium sebagai matriks dengan magnesium dan seng sebagai filler.
 3. Berdasarkan hasil pengujian uji kekerasan, uji impak, uji tarik terjadi peningkatakan nilai seiring dengan penambahan beban kompaksi dan suhu sintering

5.2 Saran

1. Diharapkan ada penilitan selanjutnya pengembangan pembuatan panduan dengan cara kompaksi dan sintering

REFERENSI

- [1] Rusianto, Toto. Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium Dengan Variasi Suhu Pemanasan. Jurnal Teknologi AKPRIND 2009; 89-95
- [2] Jhon A Schey. Introduction to Manufacturing Processes 3rd edition . New York: McGraw-Hill Education ;1999.
- [3] William D. Callister. Materials Science and Engineering An Introduction 6th edition. Singapore: Example Product Manufacturer:2003
- [4] Jhon A Schey. Introduction to Manufacturing Processes 3rd edition . New York: McGraw-Hill Education ;1999.
- [5] Ramdan, M. Laporan Praktikum Uji Tarik dan Uji Impact Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Official Web academia.ed
https://www.academia.edu/8960096/LAPORAN_PRAKTIKUM_UJI_TARIK_DAN_UJI_IMPACT_JURUSAN_PENDIDIKAN_TEKNIK_MESIN
(accessed on 19 Agustus 2019)