



**ANALISIS PENGARUH VARIASI SUHU SINTER DAN TEKANAN KOMPAKSI
TERHADAP PADUAN Al-SiC 12% DENGAN UJI DENSITAS, KEKERASAN, DAN
STRUKTUR MIKRO PADA METODE METALURGI SERBUK**

Maifan Aditya Siallagan , Maula Nafi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: maifanadityasiallagan24@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dibahas tentang pengaruh variasi tekanan kompaksi dan variasi suhu proses sintering terhadap sifat mekanik material campuran aluminium dan silikon karbida pada metalurgi serbuk. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium dengan ukuran partikel 320 mesh yang dicampur dengan serbuk silikon dengan ukuran partikel 300 mesh. Serbuk ini dikompaksi dengan variasi tekanan 5500 Psi, 6000 Psi dan 6500 Psi kemudian disinter pada variasi temperature 400°C, 500°C, 550°C dengan waktu penahanan 120 menit. Kemudian dilakukan pengujian densitas, pengujian kekerasan dan struktur mikro. Dari hasil penelitian hubungan tekanan kompaksi dan suhu sintering terhadap densitas didapat bahwa nilai densitas tertinggi pada sampel Al-SiC dengan tekanan kompaksi 6500 Psi pada suhu sintering 400°C dengan nilai 2,979 gr/cm^3 dan nilai terendah didapat pada sampel dengan tekanan kompaksi 5500 Psi pada suhu sintering 550°C dengan nilai sebesar 2,859 gr/cm^3 dan sampel Al murni menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi didapat pada tekanan kompaksi 6500 Psi pada suhu sintering 400°C yakni 2,967 gr/cm^3 dan data densitas terendah didapat pada sampel dengan tekanan kompaksi 5500 Psi dengan suhu sintering 550°C sebesar 2,906 gr/cm^3 , maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar variasi tekanan maka kekerasannya akan meningkat dan saat suhu yang diberikan semakin tinggi maka nilai kekerasannya akan menurun. Sedangkan dari hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada sampel Al-SiC dengan tekanan kompaksi 6500 Psi dengan suhu sintering 500°C sebesar 52,22 HRB dan nilai terendah terdapat pada sampel 5500 Psi dengan temperatur 550°C sebesar 33,22 HRB. Sedangkan pada sampel Al murni nilai kekerasan tertinggi didapat pada tekanan 6500 psi dengan suhu sintering 400°C sebesar 52,5 HRB dan nilai kekerasan terendah didapat pada tekanan kompaksi 5500 psi dengan suhu sintering 550°C sebesar 31,84 HRB.

Kata kunci : Aluminium, Silikon Karbida, Temperatur Sinter, Variasi tekanan kompaksi, Densitas, Kekerasan, Struktur Mikro

ABSTRACT

In this study, it was discussed about the influence of compaction pressure variations and temperature variations of the sintering process on the mechanical properties of aluminum and silicon carbide mixture materials in powder metallurgy. The material used in this study was aluminum powder with a particle size of 320 mesh mixed with silicon powder with a particle size of 300 mesh. This powder is compacted with pressures of 5500 Psi, 6 000 Psi and 6500 Psi then sintered at temperatures of 400°C, 500°C, 550°C with a holding time of 120 minutes. Then density testing, hardness and microstructure testing are carried out. From the results of research on the relationship between compaction pressure and sintering temperature to

density, it was found that the highest density value in Al-SiC samples with a compaction pressure of 6500 Psi at a sintering temperature of 400°C with a value of 2.979 gr/cm³ and the lowest value was obtained in samples with a compaction pressure of 5500 Psi at a sintering temperature of 550°C with a value of 2.859 gr/cm³ and pure Al samples showed that the highest density value was obtained at a compaction pressure of 6500 Psi at a sintering temperature of 400°C of 2.967 gr/cm³ and the lowest density value was obtained in a sample with a compaction pressure of 5500 Psi with a sintering temperature of 550°C of 2.906 gr/cm³. So can be knotted It is known that the greater the pressure variation, the hardness will increase and when the temperature given is higher, the hardness value will decrease. Meanwhile, from the results of hardness testing, the highest hardness value was found in the Al-SiC sample with a compaction pressure of 6500 Psi with a sintering temperature of 500°C of 52.22 HRB and the lowest value was found in a 5500 Psi sample with a temperature of 550°C of 33.22 HRB. While in pure Al samples the highest hardness value was obtained at a pressure of 6500 psi with a sintering temperature of 400°C of 52.5 HRB and the lowest hardness value was obtained at a compaction pressure of 5500 psi with a sintering temperature of 550°C of 31.84 HRB.

Keywords : Aluminum, Silicon Carbide, Sintered Temperature, Compact pressurevariation, Density, Viscosity, Microstructure

PENDAHULUAN

Aluminium adalah unsur paling umum ketiga di kerak bumi. Aluminium ini terdapat pada mineral aluminosilikat yang berasal dari batuan di kerak bumi. Batuan ini membentuk tanah liat melalui perubahan alami, dan tanah liat mengandung aluminium. Aluminium merupakan logam yang sering digunakan sebagai matriks dalam pembuatan senyawa logam karena massa aluminium yang ringan. Selain itu, komposit aluminium menawarkan keunggulan dalam hal kekuatan, ketahanan aus, kekakuan dan stabilitas dimensi

Semakin bertambahnya tahun dan teknologi yang begitu cepat harus ada inovasi yang tercipta dalam segala hal, terutama pada bidang material. Penentuan material yang dilakukan umumnya, sebuah komponen terdiri dari beberapa faktor penting seperti kekuatan, densitas, ketahanan, korosi, dan ketahanan terhadap suhu tinggi.

SiC adalah suatu jenis keramik non-oksida yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang cukup menguntungkan.. Material ini memiliki tingkat kekerasan yang tinggi, titik leleh mencapai suhu 2.730°C, temperatur dekomposisi, dan konduktivitas termal yang tinggi. Selain digunakan sebagai bahan keramik, SiC juga dapat berfungsi sebagai bahan semikonduktor dan penguat komposit, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti optoelektronik, abrasif, dan industri nuklir.

Oleh karena itu dengan, dengan adanya penelitian ini dilakukan pencampuran paduan komposit

aluminium silicon carbide dengan perbandingan 88%, 12% menggunakan metode metalurgi serbuk dengan variasi tekanan kompaksi 5.500, 6.000, 6.500 psi, waktu tekan selama 10 menit . Untuk variasi suhu sintering 400, 500, 550 °C dengan waktunya 120 menit. Dengan harapan untuk bisa menguasai teknik pembuatan paduan komposit yang menghasilkan logam yang memiliki sifat mekanik yang diinginkan.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Proses Penimbangan

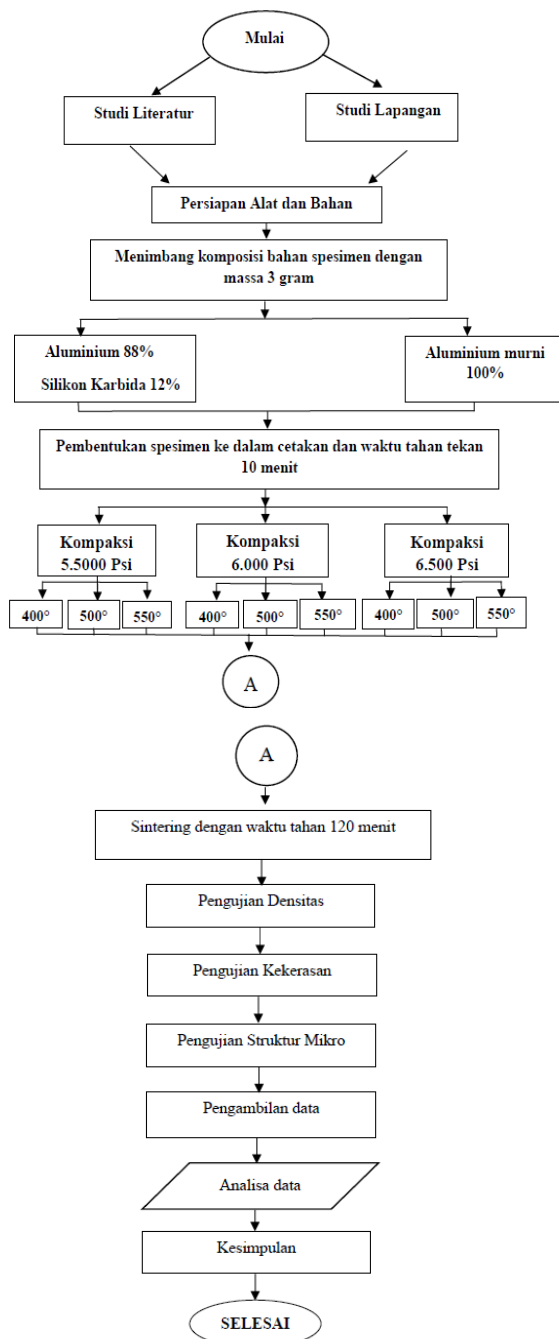
Penimbangan bahan yang menggunakan matrik Aluminium (Al) menggunakan bahan penguat Silikon Karbida (SiC) . Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan komposisi Al : 88% dan Silikon Karbida (SiC) : 12%.



Gambar 2. Proses Penimbangan

Proses Pencampuran

Serbuk Aluminium (Al) dan serbuk Silikon Karbida (SiC) telah diukur beratnya secara terpisah. Setelah itu, kedua bahan tersebut dicampur menggunakan gelas ukur menggunakan metode pencampuran kering sampai tercampur dengan waktu kurang lebih 10 menit.



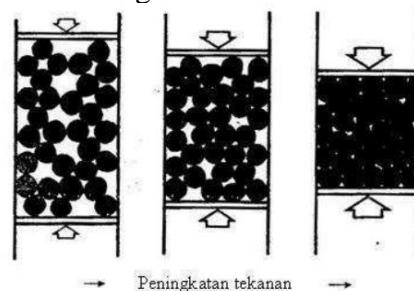
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pembuatan Spesimen

Pencetakan ini dilakukan dengan cara memadatkan dingin (*cold compaction*) bahan serbuk Aluminium (Al) dengan bahan penguat Silikon Karbida (SiC) yang sebelumnya sudah di campurkan, selanjutnya dilakukan pemadatan serbuk ke dalam cetakan sampai menjadi bentuk yang diinginkan. Pemadatan ini dilakukan dengan cara . Melalui proses pemadatan ini, akan terjadi peningkatan dalam massa jenis dan ikatan antara butir-butir dari serbuk tersebut.

Proses Penekanan (Kompaksi)

Penekanan (kompaksi) serbuk Aluminium (Al) dengan bahan penguat Silikon Karbida (SiC) yang sebelumnya sudah di campurkan, selanjutnya dilakukan pemadatan serbuk ke dalam cetakan sampai menjadi bentuk yang diinginkan. Proses ini akan meningkatkan volume dan ikatan antar partikel dari serbuk tersebut. Pemadatan ini dilakukan dengan cara meletakkan cetakan pada hidrolik press tersebut yang digunakan untuk mengkompaksi dengan variasi tekanan yang berbeda-beda tiap sampelnya. Tekanan pemadatan pada penelitian ini menggunakan t variasi tekanan yaitu 5.500 , 6.000 , 6.500 psi . Dengan penahanan selama 10 menit tiap sampelnya guna mendapatkan sampel dengan kekuatan yang memenuhi syarat supaya ketika dikeluarkan dari cetakan tidak mengalami kesulitan. Setelah itu sampel yang sudah jadi atau yang yang disebut green compact akan diberikan perlakuan panas pada proses sintering.



Gambar 2. Proses Penekanan (sumber :<http://anakampun.blogspot.com>)

Proses Sintering

Setelah proses pemadatan dengan variasi tekanan yang digunakan dan bentuk yang sesuai dengan cetakan maka dilanjutkan dengan proses sintering karena pada

temperatur ruang belum bisa mendapatkan hasil ikatan paduan yang sempurna. Proses sintering merupakan proses pemanasan material dengan memanaskan sampel dengan tidak melampaui titik lebur material yang bertujuan agar butir-butir serbuk tadi akan saling mengikat sehingga mendapatkan kepadatan yang baik, proses ini dilakukan dengan menggunakan oven (furnace) dengan variasi temperatur yang berbeda tiap sampelnya. Proses ini menghasilkan penggabungan partikel-partikel, yang menyebabkan peningkatan kepadatan. Proses ini melibatkan beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap kontak titik, di mana terjadi migrasi atom dari titik kontak antara butir yang bersinggungan, dan kekuatan ikatan antara mereka masih rendah. Ketika volume spesimen semakin tinggi, luas daerah kontak antara serbuk juga semakin besar, yang berdampak pada peningkatan kekuatan ikatan antara serbuk tersebut.

2. Tahap awal, di mana Daerah kontak antara serbuk, atau yang juga dikenal sebagai leher, akan berkembang hingga mencapai rasio X/D sebesar 0,3. Pada tahap ini, pori-pori mulai terpisah karena titik kontak membentuk batas butir. Selain itu, terjadi penyusutan, pengurangan luas permukaan, dan pepadatan material.

3. Tahap menengah, di mana terjadi proses tertutup dan pembulatan pori. Perkembangan partikel dan penghalusan rongga juga terjadi dalam tahap ini. Namun, hal ini tergantung pada waktu dan suhu yang digunakan dalam proses sintering. Semakin tinggi suhu dan waktu sintering serta semakin kecil ukuran partikel serbuk, kepadatan dan densifikasi material akan meningkat.

4. Tahap akhir, Pada proses ini berlangsung lama. Pori-pori berbentuk bulat mengalami penyusutan melalui mekanisme difusi dalam bahan. Tahap ini berkaitan dengan pepadatan yang terjadi. Proses ini menyebabkan penurunan massa jenis pada bahan sinter, membuatnya lebih padat. Dengan

peningkatan waktu pemanasan, Menghaluskan pori-pori akan menyebabkan ukuran pori-pori secara keseluruhan meningkat, sementara jumlah pori akan berkurang. Jika pori-pori mengandung gas yang terperangkap, kelarutan gas dalam matriks akan mempengaruhi kecepatan penyusutan pori.. Variasi suhu yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 400°C, 500°C, 550°C dengan waktu tahan sinter selama 120 menit. Setelah proses sintering selesai, sampel-sampel tersebut akan didinginkan menggunakan media oli. Setelah selesai, sampel-sampel tersebut akan diuji.



Gambar 3. Proses Sintering.

Pengujian

Pengujian Densitas

Pengujian densitas dapat dilakukan untuk menentukan seberapa padat hasil sintering dari sampel-sampel tersebut. Pengujian ini biasanya melibatkan pengukuran massa dan volume sampel, dan kemudian menghitung densitasnya digunakan rumus:

$$\rho = m/v \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

ρ : densitas (gr/cm³)

v : volume spesimen (cm³)

m: massa spesimen (gram)

Data densitas yang dihasilkan dari pengujian ini dapat memberikan informasi penting tentang kualitas dan kepadatan material yang dihasilkan melalui proses sintering.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan skala HRB (Hardness Rockwell B) adalah metode yang umum digunakan untuk

mengukur kekerasan material yang relatif lembut, seperti logam non-ferrous, baja lunak, dan bahan-bahan non-logam. Dalam pengujian kekerasan HRB, sebuah bola dari bahan yang keras (biasanya intan atau bola baja) digunakan sebagai indenter. Indenter ditekan ke permukaan material dengan beban yang konstan, dan kemudian kedalaman penetrasi indenter diukur. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan tingkat kekerasan material yang diuji berdasarkan skala HRB. Adapun skala kekerasan pada metode pengujian rockwell yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Scale Symbol	Indenter	Total Test Force, kgf	Dial Figures	Typical Applications of Scales
B	1/4-in. (1.588-mm) ball	100	red	Copper alloys, soft steels, aluminum alloys, malleable iron, etc.
C	diamond	150	black	Steel, hard cast irons, pearlitic malleable iron, titanium, deep case hardened steel, and other materials harder than B100.
A	diamond	60	black	Cemented carbides, thin steel, and shallow case-hardened steel.
D	diamond	100	black	Thin steel and medium case hardened steel, and pearlitic malleable iron.
E	1/4-in. (3.175-mm) ball	100	red	Cast iron, aluminum and magnesium alloys, bearing metals.
F	1/4-in. (1.588-mm) ball	80	red	Annealed copper alloys, thin soft sheet metals.
G	1/4-in. (1.588-mm) ball	150	red	Malleable irons, copper-nickel-zinc and cupro-nickel alloys. Upper limit G02 to avoid possible flattening of ball.
H	1/4-in. (3.175-mm) ball	60	red	Aluminum, zinc, lead.
K	1/4-in. (3.175-mm) ball	150	red	Bearing metals and other very soft or thin materials. Use smallest ball and heaviest load that does not give anvil effect.
L	1/4-in. (6.350-mm) ball	80	red	
M	1/4-in. (6.350-mm) ball	100	red	
P	1/4-in. (6.350-mm) ball	150	red	
R	1/4-in. (12.70-mm) ball	60	red	
S	1/4-in. (12.70-mm) ball	100	red	
T	1/4-in. (12.70-mm) ball	150	red	
V	1/4-in. (12.70-mm) ball	150	red	

Tabel 1. Skala kekerasan Rockwell

Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro adalah proses untuk mempelajari dan menganalisis struktur dan komponen mikroskopis suatu material. Tujuan utama dari pengujian struktur mikro adalah untuk memahami hubungan antara struktur mikro dengan sifat dan perilaku material tersebut. dalam pengujian struktur mikro kali ini menggunakan mikroskop optik untuk memperbesar gambar material dan mengamati struktur mikro di tingkat yang lebih besar. Metode ini cocok untuk mengamati fitur kasar dan fase yang berbeda dalam material.

Dengan menggunakan metode-metode ini, pengujian struktur mikro membantu dalam memahami sifat dan karakteristik material, serta memberikan wawasan penting dalam pengembangan material baru, peningkatan kualitas, dan pemahaman proses manufaktur..



Gambar 4. Proses pengujian Struktur Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan, ditunjukkan hasil pembuatan spesimen, proses sintering dan beberapa analisa data serta pembahasan mengenai pengaruh dari variasi suhu sintering dan tekanan kompaksi yang diberikan menggunakan pengujian densitas, pengujian kekerasan serta pengujian struktur mikro, apakah setelah diberikan perlakuan yang berbeda-beda tiap spesimennya akan menghasilkan data yang diinginkan Selama proses kompaksi, timbulnya gaya gesek antara butir yang dipakai sertas antara butir komposit menggunakan dinding cetakan menyebabkan ketidakteraturan dalam kerapatan di area tepi dan pusat. Pada penelitian menggunakan tekanan dengan variasi 5500, 6000, 6500 Psi dengan waktu penahanan selama 10 menit.



Gambar 5. Hasil Pembuatan Spesimen

Kode Spesimen	Massa (gr)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Densitas (gr/ml)	Rata-Rata (gr/ml)	
A1	(a)	2,999	10	11	2,999	2,923
	(b)	2,984	10	11	2,984	
	(c)	2,894	10	11	2,894	
A2	(a)	2,951	10	11	2,951	2,88
	(b)	2,886	10	11	2,916	
	(c)	2,803	10	11	2,893	
A3	(a)	2,919	10	11	2,944	2,859
	(b)	2,843	10	11	2,865	
	(c)	2,815	10	11	2,833	
B1	(a)	2,956	10	11	2,943	2,959
	(b)	2,971	10	11	2,911	
	(c)	2,950	10	11	2,848	
B2	(a)	2,958	10	11	2,958	2,92
	(b)	2,922	10	11	2,922	
	(c)	2,880	10	11	2,881	
B3	(a)	2,943	10	11	2,991	2,9
	(b)	2,883	10	11	2,930	
	(c)	2,874	10	11	2,948	
C1	(a)	2,985	10	11	2,985	2,979
	(b)	2,979	10	11	2,979	
	(c)	2,973	10	11	2,903	
C2	(a)	2,908	10	11	2,985	2,946
	(b)	2,961	10	11	2,961	
	(c)	2,969	10	11	2,871	
C3	(a)	2,933	10	11	2,933	2,92
	(b)	2,912	10	11	2,912	
	(c)	2,915	10	11	2,936	

dengan Tekanan Kompasi

Metode penting dalam metalurgi serbuk adalah pengepresan dingin, yang tergambar dalam Gambar 5. Proses ini dimulai dengan serbuk yang umumnya tidak mengandung banyak atau bahkan tidak ada pelumas atau pengikat tambahan. Terdapat dua jenis pengepresan yang umumnya digunakan, yaitu pengepresan aksial (tertutup) dan isostatik. Dalam pengepresan aksial, serbuk dipadatkan di dalam cetakan kaku melalui pukulan aksial. Sementara itu, dalam pengepresan isostatik, serbuk dikemas dalam cetakan elastis dan diberikan tekanan hidrostatik P melalui media hidrolik.

Hasil produksi spesimen menunjukkan bahwa serbuk awal yang berbentuk serbuk berhasil dicetak dengan menggunakan cetakan baja ST 42. Takaran persampel yang digunakan adalah 3 gram, dan bentuk yang dihasilkan menyerupai tablet.

Hasil Uji Densitas

Pengujian densitas dapat dilakukan untuk menentukan seberapa padat hasil sintering dari sampel-sampel tersebut. Pengujian ini biasanya melibatkan pengukuran massa dan

volume sampel, dan kemudian menghitung densitasnya digunakan rumus:

$$\rho = m/v \dots\dots\dots (1)$$

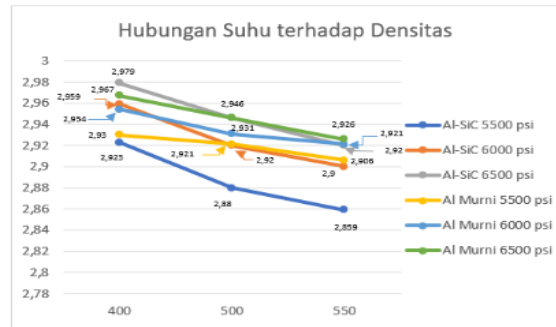
dimana :

ρ : densitas (gr/cm³)

v : volume sampel (cm³)

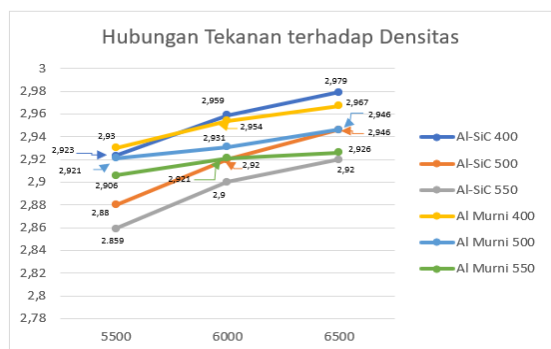
m : massa sampel (gram)

Tabel 2. Data Hasil Uji Densitas Al-SiC



Tabel 3. Data Hasil Uji Densitas Al Murni

Kode Spesimen	Massa (gr)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	Densitas (gr/ml)
A1	2,930	10	11	2,930
A2	2,921	10	11	2,921
A3	2,906	10	11	2,906
B1	2,954	10	11	2,954
B2	2,931	10	11	2,931
B3	2,921	10	11	2,921
C1	2,967	10	11	2,967
C2	2,946	10	11	2,946
C3	2,926	10	11	2,926



Gambar 6. Grafik Hubungan Tekanan dan Suhu terhadap densitas Densitas Al Murni

Gambar diatas menggambarkan hubungan antara tekanan kompaksi yang diberikan dan perubahan yang terjadi pada material, densitas yang dihasilkan juga meningkat. Ini menunjukkan bahwa tekanan kompaksi memiliki pengaruh

positif terhadap peningkatan densitas material. Namun, grafik juga menunjukkan bahwa hubungan antara suhu sintering dan densitas material bersifat berbanding terbalik. Artinya, semakin tinggi suhu sintering yang diberikan, densitas yang dihasilkan akan cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa suhu sintering memiliki pengaruh negatif terhadap densitas material. Dalam kasus paduan Al-SiC, grafik menunjukkan bahwa densitas tertinggi diperoleh pada sampel yang diberikan tekanan kompaksi 6500 Psi pada suhu sintering 400 °C, dengan nilai densitas sebesar 2,979 g/cm³. Sedangkan densitas terendah diperoleh pada sampel yang diberikan tekanan kompaksi 5500 Psi pada suhu sintering 550 °C, dengan nilai densitas sebesar 2,859 g/cm³. Pada Al murni, grafik menunjukkan bahwa densitas tertinggi diperoleh dengan nilai 2,967 g/cm³, sedangkan densitas terendah diperoleh dengan nilai 2,906 g/cm³. Perbedaan nilai densitas tertinggi antara paduan Al-SiC dengan Al murni adalah 0,012 g/cm³. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa densitas material sangat

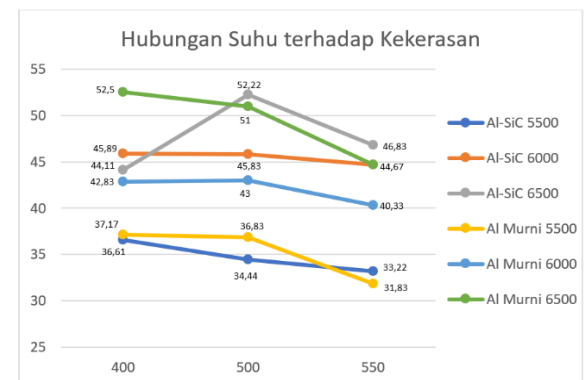
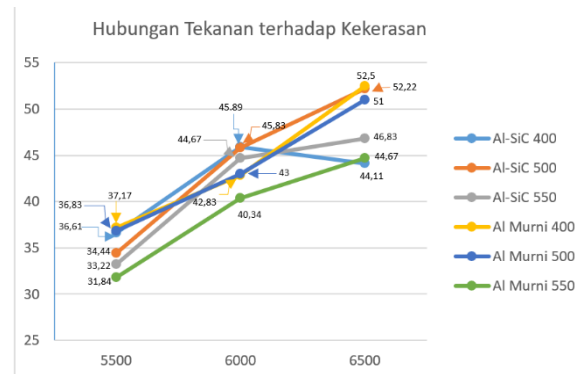
Kode Spesimen	Nilai Titik Uji Kekerasan			Rata-Rata (HRB)
	1	2	3	
A1	36,5	37	38	37,17
A2	38,5	32	40	36,83
A3	37	29	29,5	31,83
B1	55,5	35,5	37,5	42,83
B2	48,5	43	37,5	43
B3	52	36	33	40,34
C1	49,5	55,5	52,5	52,5
C2	50	54,5	48,5	51
C3	43	44,5	46,5	44,67

Hasil Uji Kekerasan

Tabel 4 Data Hasil Uji Kekerasan Al-SiC

Kode Spesimen		Nilai Titik Uji Kekerasan			Rata-Rata (HRB)
		1	2	3	
A1	(a)	44	36	44	36,61
	(b)	30	35	33,5	
	(c)	35	37,5	34,5	
A2	(a)	38,5	32,5	41	34,44
	(b)	36	39	39,5	
	(c)	30	27,5	26	
A3	(a)	31,5	32,5	28	33,22
	(b)	27	43	45,5	
	(c)	32	33	26,5	
B1	(a)	35	38,5	37	45,89
	(b)	37,5	33	40	
	(c)	58	71	63	
B2	(a)	53	55,5	62	45,83
	(b)	52	43,5	34	
	(c)	38	36	38,5	
B3	(a)	52,5	48	45,5	44,67
	(b)	53,5	58,5	53,5	
	(c)	32	30,5	28	
C1	(a)	38	40	36,5	44,11
	(b)	55	45	58	
	(c)	50	33	41,5	
C2	(a)	47	45	48	52,22
	(b)	62,5	62,5	71	
	(c)	39	45	50	
C3	(a)	42,5	50,5	52,5	46,83
	(b)	45,5	46,5	55	
	(c)	40,5	37,5	51	

Tabel 5 Data Hasil Uji Kekerasan Al murni



Gambar 7. Grafik Hubungan Tekanan dan Suhu Terhadap Kekerasan Al-SiC dan Al Murni

Grafik yang menggambarkan hubungan antara tekanan dan suhu mengenai nilai kekerasan sampel Al SiC dan Al murni ditunjukkan nilai kekerasan mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan tekanan kompaksi yang diberikan. Namun, ketika suhu sintering meningkat, nilai kekerasan mengalami penurunan. Peningkatan kekerasan dipengaruhi oleh proses kompaksi, di mana tekanan yang tinggi saat kompaksi berpengaruh terhadap susunan butir dan menyebabkan spesimen yang dihasilkan menjadi padat dan keras. Namun, penurunan nilai

kekerasan disebabkan oleh difusi yang cepat pada suhu sintering tinggi, yang mengakibatkan pembentukan pori yang besar dan menurunkan nilai kekerasan.

Pada gambar 7, grafik hubungan tekanan dan suhu mengenai nilai kekerasan AlSiC ditunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi terjadi pada sampel dengan tekanan 6500 Psi dan suhu 500 °C, dengan nilai kekerasan 52,22 HRB. Sementara itu, nilai kekerasan terendah terjadi pada sampel dengan tekanan 5500 Psi dan suhu 400 °C, dengan nilai kekerasan 33,22 HRB. Namun, pada tekanan 6500 Psi, Al-SiC mengalami penurunan kekerasan yang disebabkan oleh ketidakmerataan distribusi saat proses pencampuran aluminium dan silikon karbida.

Pada gambar 7, data Al murni menunjukkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 52,5 HRB dan nilai kekerasan terendah sebesar 37,17 HRB. Deviasi nilai kekerasan tertinggi antara paduan Al-SiC dengan Al murni adalah 3,37 HRB.

Hasil Uji Struktur Mikro

Berikut merupakan hasil dari pengujian struktur mikro (metalografi) yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



(a)



(b)

Gambar 8. Hasil Pengamatan Struktur Mikro (a) Al-SiC 9 (b) Al Murni

Pada gambar 9, data pengujian struktur mikro di gambar (a) dan (b) menunjukkan adanya butiran berwarna putih keabu-abuan yang menunjukkan bahwa serbuk SiC tercampur dan tersebar secara merata pada serbuk Aluminium. Pada pengamatan spesimen lain, terdapat porositas yang terlihat, namun tetap terlihat bahwa struktur spesimen tersebut tetap padat. Hal ini dikarenakan adanya proses pemadatan serbuk

yang baik serta ikatan yang kuat antara partikel aluminium dan silikon karbida. Untuk pengamatan lebih lanjut, silakan lihat lampiran.

Tabel 6 Gambar Hasil Struktur Mikro Al-murni

A1	A2	A3
B1	B2	B3
C1	C2	C3

Tabel 7 Gambar Hasil Struktur Mikro Al-SiC

Kode vikasi	(a)	(b)	(c)
A1			
A2			
A3			
B1			
B2			
B3			
C1			
C2			
C3			

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diatas mengenai pengaruh variasi tekanan kompaksi dan suhu sintering pada paduan Al-SiC menggunakan metode metalurgi serbuk, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi suhu sintering (400 °C, 500 °C, 550 °C) dan tekanan kompaksi (5500 Psi, 6000 Psi, 6500 Psi) pada logam paduan Al-SiC dan Al murni mempengaruhi nilai densitas. Densitas tertinggi tercatat pada sampel Al-SiC dengan suhu sintering 400 °C dan tekanan 6500 Psi, yaitu 2,979 *gr/cm³*, sedangkan densitas terendah terjadi pada sampel dengan suhu 550 °C dan tekanan 5500 Psi, yaitu 2,859 *gr/cm³*. Pada sampel Al murni, densitas tertinggi tercatat pada suhu sintering 400 °C dan tekanan kompaksi 6500 Psi, yaitu 2,967 *gr/cm³*, sedangkan densitas terendah terjadi pada suhu 550 °C dengan tekanan kompaksi 5500 Psi, yaitu 2,906 *gr/cm³*.
2. Variasi suhu sintering (400 °C, 500 °C, 550 °C) dan tekanan kompaksi (5.500, 6.000, 6.500 Psi) pada logam paduan Al-SiC dan Al murni mempengaruhi nilai kekerasan. Kekerasan tertinggi tercatat pada sampel dengan suhu 500 °C dan tekanan 6500 Psi pada paduan Al-SiC, yaitu 52,22 HRB, sedangkan kekerasan terendah terjadi pada sampel dengan suhu 550 °C dan tekanan kompaksi 5500 Psi. Pada sampel Al murni, kekerasan tertinggi tercatat pada suhu 400 °C dan tekanan kompaksi 6500 Psi, yaitu 52,5 HRB, sedangkan kekerasan terendah terjadi

pada suhu 550 °C dengan tekanan kompaksi 5500 Psi, yaitu 31,84 HRB.

3. Dapat diamati bahwa baja paduan Al-SiC dan Al murni mempunyai struktur mikro yang padat ketika diberikan tekanan kompaksi tinggi dan suhu sintering rendah. Hal ini didukung oleh silikon karbida sebagai bahan penguat yang memiliki kekuatan, konduktivitas termal tinggi, dan kekerasan yang tinggi. Referensi

Untuk meningkatkan kualitas penelitian berikutnya penulis memberikan beberapa rekomendasi terkait analisis pengaruh variasi tekanan kompaksi serta suhu sintering terhadap nilai densitas, kekerasan, dan struktur mikro logam paduan Al-SiC menggunakan metode metalurgi serbuk sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menggunakan aluminium murni dengan presentase kemurnian yang tinggi.
2. Tahap *mixing* sebaiknya dilakukan dengan memakai alat pengaduk yang mempunyai pengatur suhu. Hal ini akan memastikan pencampuran dapat terjadi secara merata dan optimal.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan variasi tekanan kompaksi dan menurunkan suhu sintering. Hal ini akan memungkinkan perbandingan yang lebih baik dengan penelitian sebelumnya.

REFERENSI

- Ahmad, Khairil Rafezi, et al. "The influence of alumina particle size on sintered density and hardness of discontinuous reinforced aluminum metal matrix composite." *Jurnal Teknologi* (2005): 49-57.
- Suyanto, Suyanto, Sulardjaka Sulardjaka, and Sri Nugroho. "The effect of Mg and

- SiC composition on the hardness properties of AlSi-SiC composites produced by semi-solid stir casting." (2014).
- Hendri et al. 2015. "The role of alumina and silicon carbide particle reinforcements on the hardness of aluminum matrix composites." In National Seminar on Science and Technology 2015, Jakarta: Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Ahmad Sofyan et al. 2019. "Synthesis and Characterization of Silicon Carbide (SiC) from Rice Husk Using Magnesiothermic Reduction Method." In Fisika Flux Volume 1 (pp. 47-53). Bandung: Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University.
- Mifudah, Imroatul. 2015. "The effect of pre-compaction heating of Al powder on the physical properties of Al/SiC composites produced by powder metallurgy method." Undergraduate thesis. Unpublished. Surabaya: Sepuluh Nopember Institute of Technology.
- Arsyadin, Mhd Bagus Rizky. "The use of Aluminum (Al) Powder mixed with Silicon Carbide (SiC) for Ship Window Frames (Scuttle)." (2018).
- Rusianto, Toto. 2009. "Hot Pressing of Aluminum Powder with Variation of Heating Temperature." In Jurnal Teknologi, Volume 2 Number 1 (pp. 89-95). Yogyakarta: Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, AKPRIND Yogyakarta Institute of Science & Technology.
- Awaluddin, Azwar. "The effect of temperature variation in the sintering process on the porosity, density, and microstructure of aluminum powder reinforced with titanium." Diss. University of Muhammadiyah Malang, 2019.
- Hadilaksa, B. S. (2019). "The effect of compaction variation on the density and microstructure of Al-SiC composites using powder metallurgy method." Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang.
- Rusianto, Toto. "Hot pressing of aluminum powder with variation of heating temperature." Jurnal Teknologi 2.1 (2009): 89-95.
- Nayiroh, Nurun. 2015. "Powder Metallurgy", http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2015/09/META_LURGI-SERBUK.pdf, accessed on October 27, 2022, at 11:37.
- Suwanda, Totok. "Optimization of compaction pressure, temperature, and sintering time on the hardness and density of aluminum in powder metallurgy casting process." Semesta Teknika 9.2 (2006): 187-198.
- Hidayat, Arif. 2015. "Silicon Carbide Material", <https://arifh80.wordpress.com/2015/05/18/material-silikon-karbida/>, accessed on September 30, 2022, at 13:41.