



Analisa Pengaruh Variasi Tekanan dan Suhu Sinter terhadap Densitas dan Kekerasan pada Paduan Al-Ti 10% dengan Metode Metalurgi Serbuk

Muhammad Nurul Burhan, Fanny Firmansyah, Mastuki

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: burhanmuhammad342@gmail.com, fanyfirmansyah3@gmail.com

ABSTRAK

Metalurgi serbuk adalah teknik produksi yang menggunakan serbuk sebagai bahan dasar sebelum dilakukan proses pembentukan. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh variasi kompaksi dan temperatur sintering terhadap kerapatan dan kekerasan campuran Al-Ti. Pada tekanan pemadatan 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi dan waktu tahan tekan selama 10 menit. Variasi suhu sintering 450°C dan 500°C dengan waktu sintering 90 menit. Yang akan dilakukan proses pengujian spesimen meliputi pengujian densitas, uji struktur mikro menggunakan alat uji Optical Microscope dan uji kekerasan menggunakan alat uji kekerasan Rockwell B (HRB). Dari hasil pengujian pengaruh variasi tekanan dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan paduan Al-Ti 10% didapatkan nilai densitas tertinggi sebesar 3,039 g/cm³ pada tekanan 7000 psi dengan suhu sinter 500°C dan nilai densitas terendah sebesar 2,938 g/cm³ pada tekanan 6500 psi dengan suhu sinter 450°C. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 44,8 HRB pada tekanan 7000 psi dengan suhu sinter 450°C dan nilai terendah sebesar 42,8 HRB pada tekanan dengan suhu sinter 450°C.

Kata kunci : densitas, kekerasan, metalurgi serbuk, paduan Al-Ti, suhu sinter, tekanan.

ABSTRACT

Powder metallurgy is a production technique that uses powder as a base material before the forming process is carried out. This study is expected to determine the effect of variations in compaction and sintering temperature on the density and hardness of the Al-Ti mixture. At compaction pressures of 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi and the compressive holding time is 10 minutes. Variation of sintering temperature of 450°C and 500°C with sintering time of 90 minutes. The specimen testing process will include a density test, a microstructure test using an Optical Microscope and a hardness test using a Rockwell B (HRB) hardness tester. From the results of testing the effect of variations in pressure and sintering temperature on the density and hardness of 10% Al-Ti alloy, the highest density value is 3.039 g/cm³ at a pressure of 7000 psi with a sintering temperature of 500 °C and the lowest density value is 2.938 g/cm³ at a pressure of 6500 psi with a sintering temperature of 450 °C. The highest hardness value is 44.8 HRB at a pressure of 7000 psi with a sintering temperature of 450 °C and the lowest value is 42.8 HRB at a pressure with a sintering temperature of 450 °C.

Keywords: density, hardness, powder metallurgy, Al-Ti alloy, sintering temperature, pressure.

PENDAHULUAN

Perkembangan rancangan dan teknologi pesawat yang kian maju, keperluan

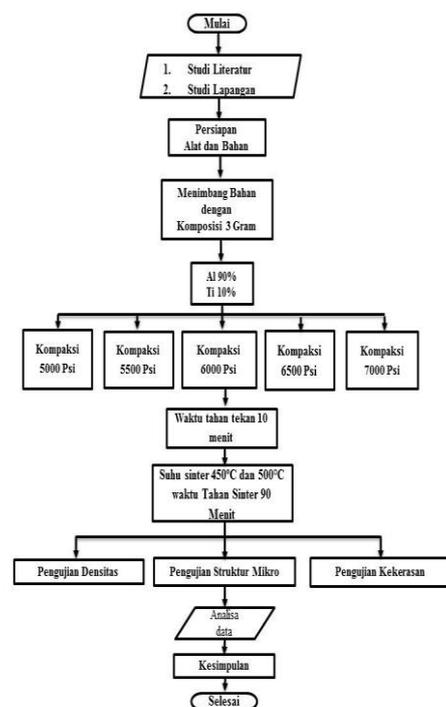
komponen material yang kian melesat baik. Salah satunya penggunaan material dalam komponn struktural pesawat terbang yang ringan menjadi bagian yang terpenting. Paduan aluminium menjadi bahan yang digunakan karena sifatnya yang tangguh dan dapat menahan beberapa suhu ekstrim yang sangat diperlukan dalam proses perakitan pesawat.

Aluminium adalah logam ringan yang umum ditemukan di kerak bumi. setelah oksigen dan silikon. aluminium dengan sifatnya yang ringan, fleksibel, yahan terhadap korosi, penghantar listrik serta penghantar panas yang baik. Sifat alumunium yang cenderung lemah dapat diperkuat dengan cara menambahkan unsur paduan seperti Tembaga, Silikon, Seng, Mangan, Nikel, Magnesium dan lain-lain. Titanium yang sifatnya tahan panas menjadikan alasan industri militer banyak yang menggunakannya.

Paduan aluminium-titanium, karena bagian paduan aluminium-titanium adalah bahan tembus pandang, banyak digunakan sebagai suku cadang mobil, suku cadang lengan roket, dan suku cadang pesawat. Paduan aluminium telah lama digunakan dalam beberapa komponen karena kekuatannya yang tinggi, kepadatan rendah, kemampuan mesin yang baik dan biaya yang cukup kompetitif. (Nst & Isranuri, 2016). Ada banyak metode sintesis aluminium dan titanium, seperti paduan mekanis, metalurgi serbuk, pengecoran, dll. Mulai dari perubahan bentuk, komposisi dan cara kerja diharapkan diperoleh sifat mekanik, fisik dan kimia yang lebih baik dari sebelumnya (Aminur et al., 2018). Metalurgi serbuk adalah teknik produksi yang menggunakan serbuk sebagai bahan dasar sebelum dilakukan preforming. Prinsip ini dicapai dengan mengerasakan bubuk logam menjadi bentuk yang diinginkan, dan dipanaskan tidak melebihi titik lebur untuk membuat padatan. Oleh karena itu, semua partikel logam menggabungkan mekanisme transportasi massa karena difusi atom antara permukaan partikel. Dalam mekanisme sintering, ketika

suhu dinaikkan, terjadi proses difusi antar partikel logam, yang mengakibatkan: peningkatan kekuatan, densitas, daktilitas, konduktivitas termal, dan konduktivitas listrik. Titik leleh tercapai ketika dipanaskan, partikel berubah menjadi uap, kemudian suhu mendingin dan uap membeku lagi. Jika partikel dari dua logam yang berbeda dipanaskan bersama-sama, partikel dengan titik leleh lebih rendah akan meleleh terlebih dahulu dan bergabung dengan partikel yang tidak meleleh, sehingga fenomena ini disebut transpor fase cair. Pada penelitian ini menggunakan metode metalurgi serbuk yang memiliki nilai tersendiri dalam proses pengecoran logam. Penelitian ini bertujuan untuk menguasai proses produksi dan memadukan 90% Aluminium Murni dengan menambahkan 10% Titanium. Pada tekanan 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi dan waktu tahan tekan 10 menit. Dengan variasi suhu sintering 450°C dan 500 °C dan waktu tahan sintering satu setengah jam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kerapatan, struktur mikro dan tingkat kekerasan campuran Al-Ti 10%.

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar 1. Diagram Alir

Proses Pencampuran (mixing)

Pencampuran serbuk ini dilakukan dengan cara mensintesis bahan yang berbeda dengan bahan lain dalam kondisi kering untuk menghasilkan sifat paduan yang lebih baik. Pencampuran ini dilakukan dengan mencampurkan bahan nominal serbuk yang berbeda atau identik (Izza, 2017). Pencampuran ini dilakukan untuk menyeragamkan distribusi komponen dalam pembuatan paduan. Bahan dari jenis yang berbeda atau titik leleh yang berbeda harus dicampur secara merata. Dengan ini akan menghasilkan objek-objek yang memiliki sifat homogen (Suwanda, 2006).

Pencampuran tersebut terdiri dari serbuk aluminium murni dan serbuk titanium pada masing-masing yang sudah ditimbang dengan komposisi sampel 3 gram dari campuran serbuk aluminium 90% dan serbuk titanium 10% yang dicampurkan didalam gelas lalu diaduk menggunakan alat hotplate sitter dengan waktu pengadukan selama 1 menit.



Gambar 2. Proses Pencampuran

Proses Kompaksi

Proses kompaksi adalah suatu pemadatan logam dari bahan serbuk yang sudah dimasukkan dalam cetakan dan diberikan tekanan. Material yang dihasilkan dari metode metalurgi serbuk ditentukan dengan proses pengepresan hingga membentuk produk yang diinginkan melalui cetakan yang dibuat dengan kekuatan yang baik. Pemadatan logam dari bentuk serbuk yang diberikan tekanan yang menggunakan pressing hidrolik dengan penekanan satu arah dari atas ditekan ke bawah pada serbuk logam

yang telah dimasukkan kedalam cetakan. Pemadatan atau pengepresan serbuk dilakukan dengan tujuan agar serbuk dapat saling menempel sebelum meningkatkan ikatan antar partikel melalui sintering. Pada proses metode metalurgi serbuk ini terjadi ikatan antar partikel serbuk yang diakibatkan karena interlocking antar permukaan dan juga difusi antar permukaan partikel. Proses kompaksi pada sampel paduan Al-Ti 10% yang menggunakan alat pressing hidrolik dengan variasi tekanan 5000, 5500, 600, 6500, 7000 Psi dan waktu tahan tekan selama 10 menit, untuk mendapatkan pemadatan sampel yang diinginkan sempurna sesuai dengan bentuk yang diinginkan.



Gambar 3. Proses Kompaksi

Proses Sintering

Setelah melalui proses pemadatan dan didapatkan hasil yang sesuai dengan keinginan yang berbentuk tablet, proses selanjutnya yaitu proses sintering atau pemanasan. Selama sintering, padatan muncul karena pembentukan ikatan. Panas yang mengakibatkan partikel saling menempel dan meningkatkan efektivitas reaksi dengan permukaan, dengan kata lain proses sintering menyebabkan partikel saling menempel sehingga meningkatkan densitas dengan cara memanaskan sampel di bawah titik leleh elemen utama. Pada saat proses sintering terjadi pengikatan antar partikel dari kedua logam tersebut, logam dengan titik lebur yang rendah akan mencair dan mengikat logam yang tidak melebur. Pemanasan ini memakai alat oven (*furnace*) dengan suhu sinter yang ditentukan yaitu 450°C dan 500°C dengan waktu sintering selama 90 menit.



Gambar 4. Proses Sintering



Gambar 5. Proses Pengujian Struktur Mikro

Pengujian Densitas

Densitas adalah suatu kerapatan dari material didapat dari perbandingan antara massa (m) dengan volume (v) (Siregar, et al, 2015). Perhitungan densitas ini dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

ρ = densitas (g/cm³)

m = massa sampel (kg atau g)

V = volume sampel (m³ atau cm³)

Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran sekelompok fasa yang bisa diamati dengan teknik metalurgi. Alat yang dapat digunakan adalah mikroskop optik.. Pengamatan struktur mikro atau metalografi ang bertujuan untuk mengetahui bentuk, penempatan dan ukuran partikel penyusun pada permukaan benda uji, menggunakan mikroskop optik (OM). Sebelum dilakukan pengamatan pada mikroskop, permukaan spesimen harus dalam kondisi bersih, rata, dan sudah melalui proses pemolesan hingga permukaan spesimen mengkilap. Setelah itu di etsa dengan cairan kimia yaitu kroll reagent untuk mempermudah proses pengamatan struktur mikro dan dilakukan pemotretan dengan pembesaran 363,5X.

Pengujian Kekerasan (HRB)

Proses pengujian kekerasan dapat dipahami sebagai kemampuan suatu material untuk mengalami perubahan yang sesuai, yaitu ketika suatu gaya tertentu diterapkan pada benda uji, benda uji akan berubah bentuk karena pengaruh beban. Uji kekerasan ini akan diuji setelah dilakukannya uji densitas dan uji struktur mikro. Pengujian ini menggunakan alat uji kekerasan Rockwell B yang memenuhi standar uji ASTM E18-15HRB yang diukur dengan penetrator bola baja berdiameter 1/16 inci dengan beban uji 100 kg bahan yang akan dimuat untuk kemampuan uji. Adapun skala pengujian *Rockwell* sebagai berikut :

Tabel 1. Skala Kekerasan Rockwell

Scale Symbol	Indenter	Total Test Force, kgf	Dial Figures	Typical Applications of Scales
B	1/16-in. (1.588-mm) ball	100	red	Copper alloys, soft steels, aluminum alloys, malleable iron, etc. Steel, hard cast irons, pearlitic malleable iron, titanium, deep case hardened steel, and other materials harder than B100.
C	diamond	150	black	
A	diamond	60	black	Cemented carbides, thin steel, and shallow case-hardened steel. Thin steel and medium case hardened steel, and pearlitic malleable iron.
D	diamond	100	black	
E	1/16-in. (3.175-mm) ball	100	red	Cast iron, aluminum and magnesium alloys, bearing metals. Annealed copper alloys, thin soft sheet metals.
F	1/16-in. (1.588-mm) ball	60	red	
G	1/16-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. Aluminum, zinc, lead.
H	1/16-in. (3.175-mm) ball	60	red	
K	1/16-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	1/16-in. (6.350-mm) ball	60	red	
M	1/16-in. (6.350-mm) ball	100	red	
P	1/16-in. (6.350-mm) ball	150	red	
R	1/16-in. (12.70-mm) ball	60	red	
S	1/16-in. (12.70-mm) ball	100	red	
V	1/16-in. (12.70-mm) ball	150	red	

Sumber : ASTM International E18-15



Gambar 6. Proses Pengujian Kekerasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembuatan sampel yang sudah melalui proses pemadatan dan pemanasan dari bahan paduan aluminium 90% dan titanium 10% yang digunakan dalam penelitian ini dengan variasi tekanan 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi dan waktu tahan tekan selama 10 menit kemudian dipanaskan pada suhu sinter 450°C dan 500°C dan ditahan tahan selama 90 menit. Pengumpulan data pada penelitian ini untuk mengamati nilai densitas, nilai kekerasan (HRB), dan mengamati struktur mikro pada sampel, dengan hasil sebagai berikut:

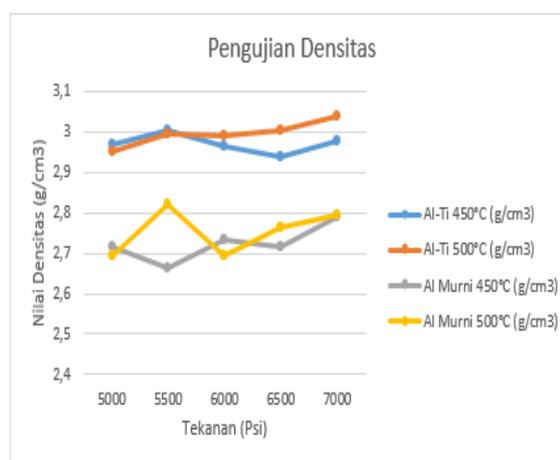
Hasil Uji Densitas

Tabel 2. Hasil Uji Densitas Al-Ti 10%

Tekanan (Psi)	Densitas Al-Ti 450°C (g/cm ³)	Densitas Al-Ti 500°C (g/cm ³)
5000	2,97	2,95
5500	3,004	2,993
6000	2,964	2,989
6500	2,938	3,002
7000	2,975	3,039

Tabel 3. Hasil Uji Densitas Al murni

Tekanan (Psi)	Densitas Al Murni 450°C (g/cm ³)	Densitas Al Murni 500°C (g/cm ³)
5000	2,714	2,692
5500	2,665	2,822
6000	2,733	2,695
6500	2,716	2,764
7000	2,789	2,793



Gambar 7. Grafik Pengaruh Variasi Tekanan dan Suhu Sinter terhadap Nilai Densitas

Pada gambar 7. Grafik pengaruh tekanan terhadap densitas pada paduan Al-Ti 10% dengan suhu sinter 450°C menunjukkan pada tekanan 5000 psi nilai densitas sebesar 2,97 g/cm³, meningkat pada tekanan 5500 psi. Pada tekanan 6000 psi dan 6500 psi nilai densitas mengalami penurunan, namun pada tekanan 7000 psi nilai densitas kembali meningkat. Penurunan ini terjadi karena mengalami difusi yang sangat cepat. Pengaruh dari suhu sinter juga mengakibatkan turunnya nilai densitas, karena perbedaan titik lebur titanium yang lebih besar dari aluminium sehingga pada saat proses pemanasan di suhu 450°C titanium belum sinter. Suhu sinter yang baik pada aluminium yaitu 2/3 dari titik leleh aluminium 660°C. Aluminium yang sudah sinter tidak dapat menyatu secara merata dengan titanium sehingga menimbulkan pori-pori yang mengakibatkan menurunnya nilai densitas. Nilai densitas Al murni pada tekanan 5000 psi nilai densitas sebesar 2,714 g/cm³, menurun pada tekanan 5500 psi tetapi pada tekanan 6000 mengalami peningkatan nilai densitas. Pada tekanan 6500 psi nilai densitas kembali menurun, namun pada tekanan 7000 psi kembali meningkat nilai densitasnya.

Pada gambar 7. Grafik menunjukkan bahwa pada tekanan 5000 psi disuhu sinter °C paduan Al-Ti didapatkan nilai densitas sebesar 2,95 g/cm³. Seiring bertambahnya tekanan yang diberikan nilai densitas

mengalami peningkatan, namun pada tekanan 6000 mengalami penurunan nilai densitas. Penurunan ini diakibatkan karena pada saat proses sinter serbuk aluminium yang tidak dapat menyatu secara merata dengan titanium. Nilai densitas Al murni pada tekanan 5500 psi mengalami kenaikan sebesar $2,822 \text{ g/cm}^3$. Seiring bertambahnya tekanan nilai densitas semakin meningkat, namun pada tekanan 6000 psi mengalami penurunan nilai densitas. Hal ini dikarenakan difusi yang sangat cepat dan membentuk pori-pori yang sangat besar sehingga mengakibatkan penurunan nilai densitas.

Pengaruh suhu sinter terhadap densitas pada paduan Al-Ti dengan suhu sinter 450°C pada tekanan 6000 psi sampai 7000 psi mengalami penurunan nilai densitasnya, penurunan ini disebabkan karena pada saat proses sinter terjadi pemanasan yang kurang sempurna. Namun pada suhu sinter 500°C mengalami kenaikan nilai densitasnya pada tekanan 6000 psi sampai 7000 psi. Peningkatan ini terjadi karena bertambahnya suhu sinter yang diberikan akan mengurangi jumlah dan ukuran pori-pori yang ada. Pengaruh suhu sinter pada aluminium murni dengan suhu sinter 450°C pada tekanan 5500 dan 6500 mengalami penurunan nilai densitas, namun pada suhu sinter 500°C menurun nilai densitasnya. Pada tekanan 6000 psi dan 7000 psi di suhu sinter 450°C nilai densitasnya mengalami peningkatan, namun pada suhu 500°C mengalami penurunan nilai densitasnya.

Pengaruh variasi tekanan dan suhu sinter terhadap nilai densitas pada paduan Al-Ti dengan perbandingan Al murni mendapatkan perbandingan. Pada paduan Al-Ti pengaruh tekanan dan suhu sinter terhadap densitas mendapatkan nilai densitas tertinggi sebesar $3,039 \text{ g/cm}^3$ pada tekanan 7000 psi di suhu 500°C dan nilai terendah densitas terendah sebesar $2,938 \text{ g/cm}^3$ pada tekanan 6500 psi di suhu 450°C . Sedangkan pada sampel Al murni nilai densitas tertinggi didapatkan pada tekanan 5500 psi di suhu 500°C yaitu sebesar $2,822$ dan nilai terendah sebesar $2,665$ pada tekanan 5500 psi di suhu

450°C . Hubungan tekanan dan suhu sinter, keduanya berpengaruh pada nilai densitas.

Hasil Uji Struktur Mikro

Tabel 4. Hasil Uji Struktur Mikro Al-Ti 10%

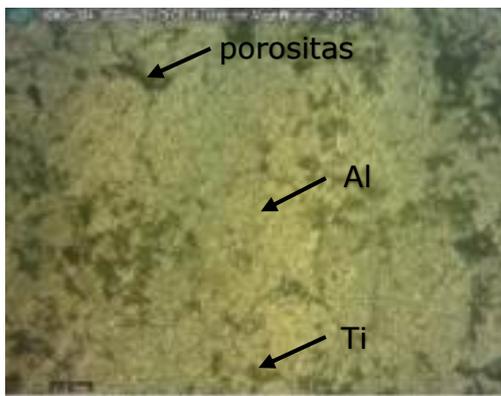
Tekanan (Psi)	Suhu ($^\circ\text{C}$)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
5000	450					
5500	450					
6000	450					
6500	450					
7000	450					
5000	500					
5500	500					
6000	500					
6500	500					
7000	500					

Tabel 5. Hasil Uji Struktur Mikro Al Murni

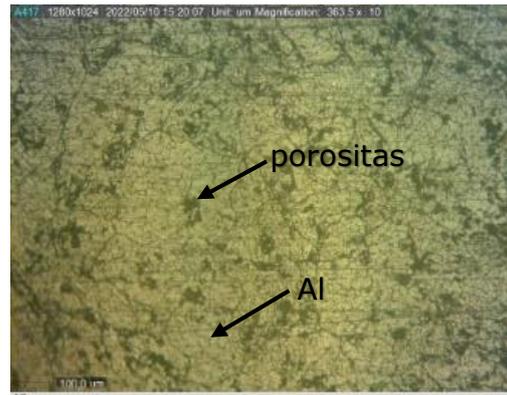
Tekanan (Psi)	Suhu ($^\circ\text{C}$)	(a)	(b)
5000	450		
5500	450		
6000	450		
6500	450		
7000	450		
5000	500		
5500	500		
6000	500		
6500	500		
7000	500		

Pada tabel 4. Dapat dilihat hasil pengujian struktur mikro yang diperbesar 363,5X. Pada saat proses sampel dibuat dengan metode metalurgi serbuk yang diberikan variasi tekanan dan suhu sinter, penambahan unsur titanium ini diharapkan tercampur secara sempurna dengan matriks aluminium, tidak terjadi aglomerasi, yang akan menurunkan sifat fisik dan mekanik komposit. Distribusi paduan Al-Ti berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik selama pemanasan. Atom bergerak untuk meningkatkan jumlah kontak antara partikel, yang pada gilirannya akan mempengaruhi sifat paduan.

Pada paduan Al-Ti menunjukkan bahwa tidak terdistribusi secara merata. Butiran aluminium yang berwarna putih keabu-abuan dan butiran titanium yang berwarna hitam, hal ini terjadi adanya penggumpalan antara serbuk aluminium dengan titanium belum menjadi bentuk ikatan yang sempurna. Penggumpalan ini terjadi karena perbedaan ukuran butir dari serbuk aluminium dan serbuk titanium, sehingga pada saat proses pencampuran kedua serbuk tidak dapat tercampur secara merata.



Gambar 8. Contoh Hasil Struktur Mikro Al-Ti 10%



Gambar 9. Contoh Hasil Struktur Mikro Al Murni

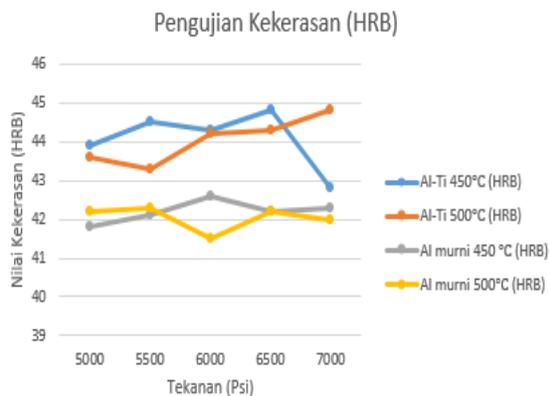
Hasil Uji Kekerasan (HRB)

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan Al-Ti 10% (HRB)

Tekanan (Psi)	Kekerasan Al-Ti 450°C (HRB)	Kekerasan Al-Ti 500°C (HRB)
5000	43,9	43,6
5500	44,5	43,3
6000	44,3	44,2
6500	44,8	44,3
7000	42,8	44,8

Tabel 7. Hasil Uji Kekerasan Al Murni (HRB)

Tekanan (Psi)	Kekerasan Al murni 450 °C (HRB)	Kekerasan Al murni 500°C (HRB)
5000	41,8	42,2
5500	42,1	42,3
6000	42,6	41,5
6500	42,2	42,2
7000	42,3	42



Gambar 10. Grafik Pengaruh Variasi Tekanan dan Suhu Sinter terhadap Nilai Kekerasan

Pada gambar 10. diketahui grafik pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan Al-Ti 10% pada suhu sinter 450 °C, pada tekanan 5000 Psi nilai kekerasan sebesar 43,9 HRB dan meningkat pada tekanan 5500 Psi dan 6500 psi, namun mengalami penurunan pada tekanan 6000 Psi dan 7000 Psi. Hal ini dikarenakan pada saat proses pencampuran antara aluminium dan titanium yang kurang merata. Pada saat proses sinter dengan suhu 450°C aluminium yang sudah sinter tidak menyatu secara sempurna sehingga mengakibatkan menurunnya nilai kekerasan. Nilai kekerasan Al murni mengalami kenaikan pada tekanan 5500 psi dan 6000 psi, namun pada tekanan 6500 psi mengalami penurunan nilai kekerasan. Kemudian pada tekanan 7000 kembali meningkat, hal ini terjadi karena mengalami difusi yang sangat cepat sehingga nilai kekerasan menurun.

Pada gambar 10. paduan Al-Ti pada suhu sinter 500°C mengalami peningkatan seiring dengan bertambah besarnya tekanan. Namun mengalami penurunan pada tekanan 5500 Psi sebesar 43,3 HRB. Penurunan ini terjadi karena serbuk titanium tidak dapat tercampur secara merata, sehingga ikatan partikel antara serbuk aluminium dan titanium tidak dapat meningkatkan kekerasan. Nilai kekerasan Al murni mengalami kenaikan pada tekanan 5500 psi dan 6500 psi, tetapi pada tekanan 6000 psi dan 7000 psi nilai kekerasan menurun. Hal ini terjadi karena

mengalami difusi yang sangat cepat sehingga nilai kekerasan menurun.

Pengaruh suhu sinter terhadap kekerasan pada paduan Al-Ti dapat diketahui bahwa semakin naik suhu sinter yang diberikan, nilai kekerasannya semakin menurun. Namun pada tekanan 7000 Psi mengalami kenaikan pada suhu 500°C. Hal ini disebabkan karena Bergeraknya sebagian bahan yang lunak dengan titik lebur yang rendah ke permukaan spesimen, sehingga mengakibatkan nilai kekerasan menurun. Pengaruh suhu sinter pada Al murni terhadap kekerasan dapat diketahui bahwa pada 5000 Psi dan 5500 Psi mengalami kenaikan nilai kekerasannya, namun mulai menurun pada tekanan 6000 Psi dan 7000 Psi.

Pengaruh variasi tekanan dan suhu sinter terhadap nilai kekerasan pada paduan Al-Ti dengan perbandingan Al murni mendapatkan perbandingan. Didapatkan pada paduan Al-Ti pengaruh tekanan dan suhu sinter nilai kekerasan tertinggi sebesar 44,8 HRB pada tekanan 7000 psi di suhu 500°C, nilai kekerasan paling rendah sebesar 42,8 HRB pada tekanan 7000 psi di suhu 450°C. Sedangkan pada sampel Al murni nilai kekerasan tertinggi di dapatkan pada tekanan 6000 psi di suhu 450°C sebesar 42,6 HRB, nilai kekerasan sebesar 41,5 HRB.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini mendapatkan kesimpulan dari pengaruh perubahan tekanan dan suhu sinter terhadap densitas metalurgi serbuk paduan Al-Ti 10% adalah sebagai berikut:

1. Variasi tekanan 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi mempengaruhi nilai densitas dan kekerasan paduan Al-Ti 10%. Semakin meningkat tekanan yang diberikan akan semakin tinggi nilai densitasnya. Nilai densitas tertinggi paduan Al-Ti 10% sebesar 3,039 g/cm³ pada tekanan 7000 Psi dan seiring bertambah besarnya tekanan yang diberikan maka semakin tinggi pula nilai kekerasannya. Nilai

kekerasan tertinggi sebesar 44,8 HRB pada tekanan 7000 Psi.

2. Variasi suhu sinter 450°C dan 500 °C mempengaruhi nilai densitas dan kekerasan paduan Al-Ti 10%. Seiring dengan meningkatnya suhu sinter yang diberikan nilai densitas mengalami kenaikan dan kekerasan mengalami penurunan. Nilai densitas tertinggi sebesar 3,039 g/cm³ pada suhu sinter 500 °C dan nilai kekerasan tertinggi sebesar 44,8 HRB pada suhu sinter 450 °C.

Untuk memungkinkan penelitian ini menjadi lebih baik tentang pengaruh variasi tekanan dan suhu sinter dengan metode metalurgi serbuk dari paduan Al-Ti 10%, penulis menyarankan :

1. Pada saat proses pencampuran lebih diperhatikan lagi agar serbuk dapat tercampur secara merata.
2. Untuk penelitian kedepannya yang berkaitan dengan metode metalurgi serbuk dapat ditambahkan lagi variasi suhu sinter yang lebih banyak dan waktu tahan sinter.
3. Sebaiknya menggunakan serbuk yang ukuran meshnya lebih halus, agar pada saat percampuran kedua bahan bias lebih merata.

PENGHARGAAN

Penghargaan kami berikan kepada orang tua kami yang telah mendoakan dan mendukung kami. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Mastuki, S.Si., M.Si. yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam pengerjaan laporan ini.

REFERENSI

Aisyah, I. S. 2019. Pengaruh Variasi Waktu Sintering Terhadap Karakter Intermetallic Bonding Al-Ti Hasil Metallurgi Serbuk. In *Prosiding*

Sentra (Seminar Teknologi Dan Rekayasa) (No. 5, Pp. 76-81).

Aminur, A., Kadir, K., & Samhuddin, S. 2018. Komposit Matriks Aluminium Silikon Berpeguat Alumina Dengan Proses Metalurgi Serbuk. In *Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal* (Vol. 1, No. 1).

ASTM E 18-15, n.d. "Standard Test for Rockwell Hardness of Metallic Materials".

Budihartono, S. 2012. Pengaruh Pressureless Sintering Komposit Al-Kaolin Terhadap Densitas, Kekerasan Dan Struktur Mikro. *Traksi*, 12(1).

Febrianto, T. & zawawi, M. A. (2021). STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTERING TERHADAP DENSITAS PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).

Firdian, A. 2019. Pengaruh Komposisi Al-Fe Dengan Proses Metalurgi Serbuk Terhadap Karakteristik Bahan (Doctoral Dissertation, University Of Muhammadiyah Malang).

Izza, Z. F. 2017. Intermetallic Bonding Al-Ti Dengan Variasi Persen Volume Ti Menggunakan Proses Sintering Dan Kompaksi (Doctoral Dissertation, University Of Muhammadiyah Malang).

Maulana, A., Sulardjaka, S. T., Mt, S., Subagio, A., & Si, S. 2013. Pengujian Keausan Komposit Aluminium Diperkuat Karbon Nanotube Dan Aluminium Diperkuat Silikon Karbida (Doctoral Dissertation, Mechanical Engineering Department,

- Faculty Engineering Of Diponegoro University).
- Nst, F.A.K. & Isranuri, I., 2016. Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Dengan Metode Pengecoran Konvensional. *Jurnal Inotera*, 1(1), pp. 1-4.
- Rusianto, T. 2009. Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium Dengan Variasi Suhu Pemanasan. *Jurnal Teknologi*, 2(1), 89-95.
- Siregar, A. G., Syam, B., Sabri, M., Isranuri, I., & Abda, S. (2015). Pengaruh Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Material Beton Ringan (Concrete Foam). *DINAMIS*, 3(3), 11-11.
- Suwanda, T. (2006). Optimalisasi tekanan kompaksi, temperatur dan waktu sintering terhadap kekerasan dan berat jenis aluminium pada proses pencetakan dengan metalurgi serbuk. *Semesta Teknika*, 9(2), 187-198.