Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Volume 5 No. 1 (2022)

ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN KOMPOSIT Al-PASIR BESI LOKAL 5% DENGAN METODE *POWDER METALURGY*

Miftakhul Ridzal, M Dava Wilga Pratama, Mastuki
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: miftakhulridzal@gmail.com ,wilgapratama35@gmail.com

ABSTRAK

Powder metallurgy relative baru, dibanding proses pengecoran powder metallurgy mempunyai keistimewaan tersendiri. Namun, proses ini belum bisa menggantikan sepenuh nya dari proses pengecoran. Setiap proses mempunyai keunggulan dan kekurangan. Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh dan perubahan dari tekanan dan temperatur sintering tentang nilai densitas, struktur mikro dan kekerasan. dengan metode *powder metallurgy*, dengan bahan baku *powder* aluminium murni dicampur dengan serbuk pasir besi lokal 5%. Variasi tekanan 4000 Psi, 5000 Psi dan 6000 Psi. Dengan suhu *sintering* 400°C, 450°C dan 500°C. Untuk mengambil data dengan uji densitas, uji struktur mikro dan uji kekerasan. Dari hasil pengujian ini didapatkan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada tekanan 4000 Psi pada temperatur sintering 450°C yaitu 64,83 HRB dan nilai kekerasan terendah pada tekanan 6000 Psi pada temperatur sintering 450°C yaitu 23 HRB. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan dan temperatur sintering sangat mempengaruhi nilai densitas, struktur mikro dan kekerasan.

Kata Kunci : Bahan baku Komposit Al- Pasir Besi Lokal; *Powder Metalurgy*; Tekanan, *Sinter*; Kekerasan.

PENDAHULUAN

Proses *powder metallurgy* relatif baru, dibandingkan proses pengecoran *powder mwtallurgy* memiliki keistimewaan tersendiri. Namun, proses ini tidak dapat sepenuhnya menggantikan fungsi dari proses pengecoran. Kerugian dari *powder metallurgy* adalah bentuk dan ukuran produk yang dihasilkan minimal (Suwanda, 2006).

Bersamaan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tingkat permintaan masyarakat akan produk yang berkualitas, khususnya permintaan mobil, sepeda motor semakin memludak. Biasanya, bahan yang digunakan untuk membuat suku cadang mobil, sepeda motor adalah bahan besi tuang (hitam) seperti komposit logam, tetapi belum banyak digunakan karena hambatan teknis dalam pembuatan atau teknik yang membutuhkan biaya besar untuk memproduksinya. Ketika bahan-bahan ini digantikan oleh bahan komposit seperti aluminium, manfaat seperti pengurangan berat komponen, ketahanan korosi, ketahanan gesekan, konduktivitas termal rendah, dan manfaat mekanis lainnya dapat diperoleh.(Mufidah, 2015)

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengerjaan dan mengetahui sebuah komposit yang di mensintes pada Al dengan pasir besi 5% untuk spesimennya. Dengan kompaksi 4000, 5000, 6000 Psi, penekanyna 10 menit dan waktu tahan sinter sinter 400°, 450°, 500°C dengan waktu tahan sinter 1,5 jam pada pengujian densitas, kekerasan, dan struktur
mikro.

Komposit ialah bahan rekayasa kelas baru yang tersusun dari dua atau lebih bahan yang sifat-sifatnya berbeda baik secara kimia maupun fisika, dan yang pada hasil akhirnya tetap terpisah dari bahan (material). Atas perbedaan bahan pembuatan tersebut, maka komposit antar bahan harus terikat erat, sehingga perlu ditambahkan bahan pembasah.. (Nayiroh, 2013)

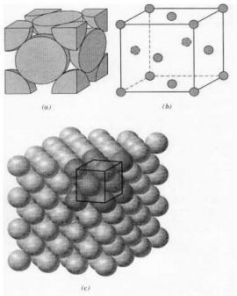
Powder metallurgy adalah proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa peleburan. Masalah utama dalam mendapatkan hasil serbuk adalah mengolah serbuk logam dengan sebaik-baiknya, sehingga menjadi komoditas yang berharga. (Rusianto, 2009)

Berikut langkah dalam proses *powder metallurgy*, antara lain:

1) persiapan material
2) Proses penyampuran
3) Proses tekanan
4) Proses sinter

Aluminium

Perpaduan unik dari sifat - sifat aluminium dan paduan lainya menjadikan aluminium salah satu bahan logam yang paling serbaguna, harga terjangkau dan menarik. Secara umum, aluminium menunjukkan daya hantar listrik dan termal yang sangat baik, tetapi paduan resistivitas tinggi khusus telah dikembangkan. Penggunaan kabel baja panjang inti aluminium kekuatan besar untuk meningkatkan kabel transmisi dapat memenuhi persyaratan daya hantar listrik yang tinggi dan kekuatan mekanik. Daya hantar termal paduan aluminium adalah sekitar 50% hingga 60% dari tembaga, yang memiliki keistimewaan dalam penukar panas, evaporator, pemanas dan peralatan listrik, serta di kepala silinder, dan radiator otomotif.(Davis, 2001)



Gambar 1. Struktur Kristal - Aluminium - Struktur Kristal Kubik Berpusat Muka

Tabel 1. Sifat Fisik Aluminium

Property	Purity, %				
	99.999	99.990	99.800	99.500	99.000
Melting point, °C		660.2	–	–	657.0
Boiling point, °C		2480	–	–	–
Latent heat of fusion, cal/g		94.6	–	–	93.0
Specific heat at 100°C, cal/g		0.2226	–	–	0.2297
Density at 20°C, g/cm^3	2.7	2.7	2.71	2.71	
Electrical resistivity, $\mu\Omega$-cm at 20°C	2.63	2.68	2.74	2.8	2.87
Temperature coefficient of resistivity		0.0042	0.0042	0.0041	0.0040
Coefficient of thermal expansion × 10^6 (20–100°C)		23.86	23.5	23.5	23.5
Thermal conductivity, e.g. units at 100°C		0.57	0.56	0.55	0.54
Reflectivity (total), %		90	89	86	–
Modulus of elasticity, lb/in^2 × 10^{-6}		9.9	–	–	10.0

Pasir besi

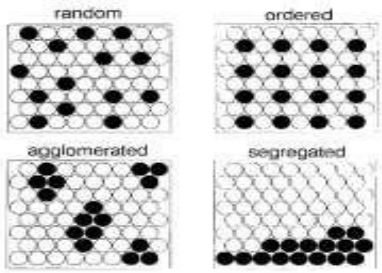
Pasir besi ialah pasir sedimen yang terdapat partikel besi , bisa di temukan di area pantai, terwujud dari proses perusakan oleh pelapukan, air permukaan dan gelombang terhadap batuan dasar yang mengandung besi seperti magnetit, ilmenit, besi. oksida, yang kemudian terakumulasi dan tersapu oleh gelombang laut, pasir besi ini umumnya bercorak abu - abu tua bisa juga hitam. Secara global pasir besi terjadi dari mineral bukan transparan yang berbaur bersama butiran mineral srupa kuarsa, kalsit, feldspar, amfibol, piroksen, biotit, dan turmalin. Pasir besi termasuk magnetit, magnetit titaniferous, ilmenit, Limonit dan hematit.

secara global, bahan ini meruah di gunakan di industri diantaranya untuk barang pabrik baja dan bahan magnet yang di ambil biji besi nya, Endapan pasir besi terdapat mineral, seperti magnet (Fe3O4/FeO.Fe2O3) hematit (Fe2O3) dan ilmenit (FeTiO3/FeO.TiO2) serta mineral ikutan pirhotit (FenSn), pirit (FeS2), markasit (FeS2), kalkopirit (CuFeS2), kromit (FeO,Cr2O3), almandit [Fe3Al2(SiO4)3], andradit [Ca3Fe2(SiO4)3], SiO2 bebas, serta unsur jejak (trace element) lainnya, yaitu: Mn,Mg,Zn,Na,K,Ni,Cu,Pb,As,Sb,W,Sn,V.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Pencampuran

Campuran didefinisikan sebagai campuran serbuk dengan komposisi yang serupa. Ini di buat untuk mencapai ukuran partikel sesuai dengan yang diharapkan. Pencampuran berarti menyampur bahan dari komponen kimia yang berlainan. sampai tersebar dan dorongan acak partikel, yang terjadi oleh masukan daya dengan pengadukannya atau tindakan lain. yang di harapkan selama penyampuran ialah distribusi acak dari beragam partikel.



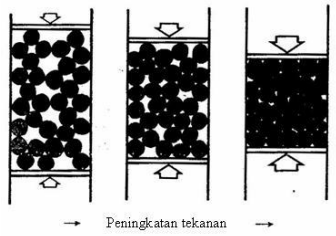
Gambar 2. Difersi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk

Kualitas campuran biasanya digambarkan dengan simpangan baku konsentrasi volume sampel penyampuran. ukuran specimen yang dibutuhkan untuk standar yang di ijinkan ialah karakteristik lain dari homogenitas penyampuran.

Gambar 3. Proses pencampuran

Penekanan

proses pemadatan serbuk menjadi specimen sesuai dengan cetakan yang di buat. Selama pemadatan, gesekan terjadi antara partikel yang di gunakan bersama partikel komposit dan sekat cetakan, sehingga menghasilkan kepadatan yang tidak merata di sebelah tepi dan tengah.. (Nayiroh, 2013).



Gambar 4. Proses Penekanan

Pencetakan prototipe dilakukan dengan kompresi dingin menggunakan mesin press hidrolik. Campuran besi Alpasir dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara pengepresan (compressing) menggunakan pompa hidrolik 4000, 5000 dan 6000 Psi dengan holding time 10 menit untuk mendapatkan sampel yang cukup kuat agar mudah dikeluarkan dari cetakan. mudah dibuka.

Pemanasan (sintering)

(Suwanda, 2006), Grenn lengket karena pemadatan suhu kamar yang belum memiliki ikatan atom yang cukup. Green Compact harus dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai 70% hingga 90% dari titik leleh bahan paduan yang diinginkan. Dalam proses sinter, titik leleh aluminium adalah 660 °C, dan suhu sintering antara 460 ° dan 590 **°C.**

Sesudah specimen jadi sesuai bentuk cetakan yaitu berbentuk tablet, selanjutnya masu ke proses sinter. Pada proses sinter ini dilakukan dengan bantuan oven dengan mengatur pada suhu pemanasan sesuai dengan variabel, selama 90 menit pada suhu 400,450 dan 500°C.

Gambar 5. Proses sintering

Densitas dan Porositas

Besarnya porositas medium adalah perbandingan ukuran pori-pori atau rongga terhadap volume total medium. Jika masing-masing lubang ini dihubungkan ke lebih dari satu lubang, dikatakan saling berkomunikasi, sedangkan untuk lubang yang hanya terhubung satu sama lain disebut jalan buntu, dan untuk lubang yang hanya terhubung ke lubang lain, dikatakan untuk diisolasi**.** (Iwan, 2009:17).

Menurut (Taylor, 2000) Porositas yang terbentuk dapat ditentukan dengan mengukur densitas dengan membandingkan densitas material sampel dengan densitas teoritis. Massa jenis adalah besaran fisika yang merupakan perbandingan antara massa (m) dengan volume benda (V). Pengukuran massa jenis bahan dalam bentuk padat atau curah menggunakan metode Archimedes. Untuk menghitung densitas sampel.

- Densitas *sample*

$$\rho_m = \frac{m_s}{(m_{s-m_g})} x \rho_{H_2O}$$

Dimana : *pm* = densitas sample

ms = berat sample kering (gram)

mg = berat sample yang di rendam dalam air (gram)

ρH_2O = berat jenis air (1 gram/cm³)

Gambar 6. Uji densitas

Kekerasan

Pengujian kekerasan meliputi penentuan nilai kekerasan benda yang akan diuji. Pengujian kali ini menggunakan pengujian kekerasan Rockwell, pengujian kekerasan Rockwell merupakan pengujian bisa di bilang cepat, dan ekonomis. Kemudahan penggunaan alat pengujian kekerasan Rockwell mempunyai manfaat lebih bahwa alat uji kekerasan Rockwell mudah di lakukan.

pengujian Rockwell HRB: Metode ini memakai bola baja keras berdiameter 1/16 (1,59mm) ujung Brale (indentasi kerucut). jumlah pemberat beban uji ditunjukkan sebagai 100 kg (10 ± 0,2 90 KP), yang sesuai dengan pemberat rendah 10 kg dan pemberat awal 90 kg. jenis tersebut dapat di pakai untuk menguji kekerasan antara 35110 HRB.

Tabel 2. Skala Kekerasan Rockwell (ASTM, 2015)

E18 – 15

TABLE 1 Rockwell Hardness Scales

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.
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	1/8-in. (3.175-mm) ball	100	red	Cast iron, aluminum and magnesium alloys, bearing metals.
F	1/16-in. (1.588-mm) ball	60	red	Annealed copper alloys, thin soft sheet metals.
G	1/16-in. (1.588-mm) ball	150	red	Malleable irons, copper-nickel-zinc and cupro-nickel alloys. Upper limit G92 to avoid possible flattening of ball.
H	1/8-in. (3.175-mm) ball	60	red	Aluminum, zinc, lead.
K	1/8-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	60	red	
M	1/4-in. (6.350-mm) ball	100	red	
P	1/4-in. (6.350-mm) ball	150	red	
R	1/2-in. (12.70-mm) ball	60	red	
S	1/2-in. (12.70-mm) ball	100	red	
V	1/2-in. (12.70-mm) ball	150	red	

TABLE 2 Rockwell Superficial Hardness Scales

Total Test Force, kgf (N)	Scale Symbols				
	N Scale, Diamond Indenter	T Scale, 1/16-in. (1.588-mm) Ball	W Scale, 1/8-in. (3.175-mm) Ball	X Scale, 1/4-in. (6.350-mm) Ball	Y Scale, 1/2-in. (12.70-mm) Ball
15 (147)	15N	15T	15W	15X	15Y
30 (294)	30N	30T	30W	30X	30Y
45 (441)	45N	45T	45W	45X	45Y

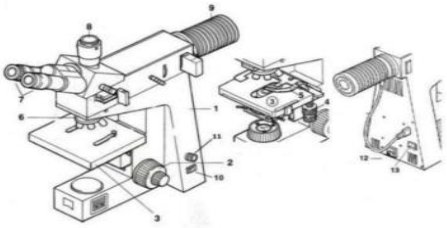
Gambar 7. Uji kekerasan

Struktur mikro

Mikrostruktur adalah deskripsi agregasi fase yang dapat di lihat dengan teknik metalografi. Struktur mikro logam dapat di lihat dengan mikroskop. Mikroskop yang dipakai ialah mikroskop optik serta mikroskop elektron. Sebelum diamati di bawah mikroskop, permukaan specimen wajib di bersihkan dulu setelah itu direaksikan dengan reagen kimia guna memudahkan pengamatan. Hal tersebut disebut pembakaran.

Untuk melihat sifat - sifat dari logam, dapat melihat lewat struktur mikronya. Setiap logam dari jenis yang berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda. Dengan melihat melalui diagram fase, seseorang dapat memprediksi struktur mikro dan menentukan fase yang akan diperoleh pada komposisi dan suhu tertentu. dari struktur mikro kita dapat melihat:

a) Ukuran dan bentuk butir.
b) Distribusi fase yang terkandung didalam bahan, terutama logam.
c) Kotoran yang terkandung didalam bahan.
d) seseorang bisa pula dapat memperhitungkan sifat-sifat mekanik material yang diinginkan.



Gambar 8 . Mikroskop Metalografi

Keterangan :

1. Batang mikroskop
2. Pengatur fokus
3. Meja sampel
4. Penggeser meja
5. Penjepit lensa
6. Lensa obyektif
7. Lensa binokuler
8. Tempat kamera
9. Tempat lampu halogen
10. Saklar on-off
11. Pengatur terang lampu
12. Tempat kabel ac
13. Saklar pemindah arah nyala lampu

Gambar 9. Uji struktur micro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemadatan dan sintering *powder* komposit aluminium dan pasir besi (Al 95% Pasir Besi 5%) dan aluminium murni (Al), dengan waktu tekan dan tahan 10 menit, dan 3 variasi suhu sinter (400

°C,450 °C, 500 °C) dengan 3 variasi pemadatan (000 psi, 5000 psi, 6000 psi). Data dari penelitian ini meliputi pengamatan nilai densitas, mikrostruktur dan kekerasan (HRB). Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kodevikasi spesimen

Kompaksi / Temperatur	Al – Pasir Besi 5%			Al Murni		
	4000 psi (1)	5000 psi (2)	6000 psi (3)	4000 psi (01)	5000 psi (02)	6000 psi (03)
400°C (A)	A1 (a)	A2 (a)	A3 (a)	A01	A02	A03
400°C (A)	A1 (b)	A2 (b)	A3 (b)			
400°C (A)	A1 (c)	A2 (c)	A3 (c)			
450°C (B)	B1 (a)	B2 (a)	B3 (a)	B01	B02	B03
450°C (B)	B1 (b)	B2 (b)	B3 (b)			
450°C (B)	B1 (c)	B2 (c)	B3 (c)			
500°C (C)	C1 (a)	C2 (a)	C3 (a)	C01	C02	C03
500°C (C)	C1 (b)	C2 (b)	C3 (b)			
500°C (C)	C1 (c)	C2 (c)	C3 (c)			

Keterangan kodefikasi:
(a) = Spesimen 1
(b) = Spesimen 2
(c) = Spesimen 3
(1) = Kompaksi 4000 psi (Al – Pasir Besi 5%)
(2) = Kompaksi 5000 psi (Al – Pasir Besi 5%)
(3) = Kompaksi 6000 psi (Al – Pasir Besi 5%)
(4) = Kompaksi 4000 psi (Al Murni)
(5) = Kompaksi 5000 psi (Al Murni)
(6) = Kompaksi 6000 psi (Al Murni)
(A) = Temperatur 400°C
(B) = Temperatur 450°C
(C) = Temperatur 500°C
A1 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi
A2 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi
A3 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi
B1 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 450 °C Kompaksi 4000 psi
B2 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 450 °C Kompaksi 5000 psi
B3 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 450 °C Kompaksi 6000 psi
C1 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 500 °C Kompaksi 4000 psi
C2 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 500 °C Kompaksi 5000 psi
C3 = Al-Pasir Besi 5% temperatur Sintering 500 °C Kompaksi 6000 psi
A01 = Al murni temperatur Sintering 400 °C dengan Kompaksi 4000 psi
A02 = Al murni temperatur Sintering 400 °C dengan Kompaksi 5000 psi
A03 = Al murni temperatur Sintering 400 °C dengan Kompaksi 6000 psi
B01 = Al murni temperatur Sintering 450 °C dengan Kompaksi 4000 psi
B02 = Al murni temperatur Sintering 450 °C dengan Kompaksi 5000 psi
B03 = Al murni temperatur Sintering 450 °C dengan Kompaksi 6000 psi
C01 = Al murni temperatur Sintering 500 °C dengan Kompaksi 4000 psi
C02 = Al murni temperatur Sintering 500 °C dengan Kompaksi 5000 psi
C03 = Al murni temperatur Sintering 500 °C dengan Kompaksi 6000 psi

Hasil uji densitas dan porositas

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Nilai Densitas (gr/cm3)

Nilai Densitas				
Kode	m kering (gr)	m basah (gr)	massa jenis air	massa jenis
A1 (b)	1,70	1,70	1	566,33
A1 (c)	2,05	2,04	1	256,50
A2 (a)	1,89	1,88	1	629,00
A2 (b)	1,93	1,92	1	241,00
A3 (b)	1,79	1,78	1	178,80
A3 (c)	1,81	1,80	1	258,29
B1 (b)	1,76	1,76	1	220,38
B1 (c)	1,90	1,87	1	65,59
B2 (b)	1,81	1,80	1	258,57
B2 (c)	1,80	1,80	1	257,71
B3 (a)	1,83	1,83	1	916,50
B3 (b)	1,84	1,84	1	918,50
C1 (a)	1,28	1,27	1	182,14
C1 (b)	1,31	1,30	1	217,67
C1 (c)	1,55	1,53	1	110,50
C2 (a)	1,58	1,58	1	1576,00
C2 (b)	1,72	1,72	1	1718,00
C3 (b)	1,68	1,68	1	420,75
C3 (c)	1,75	1,74	1	291,67
A01	1,93	1,92	1	320,83
A02	1,78	1,77	1	296,33
A03	1,86	1,86	1	464,75
B01	1,83	1,82	1	140,77
B02	2,00	1,97	1	79,92
B03	1,95	1,92	1	81,13
C01	1,57	1,56	1	120,92
C02	1,96	1,95	1	195,90
C03	2,08	2,07	1	189,09

Activate Windows
Go to Settings to activate Win

Hasil uji kekerasan

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Nilai kekerasan (HRB)

Kodevikasi	Titik Nilai Uji Kekerasan						
	1	2	3	4	5	Rata-Rata	Σ Rata-Rata
A1(b)	33	13	52	42,5	39	35,90	30,75
A1(c)	28	25	28	14	33	25,60	
A2(a)	54	42	48	48	48,5	48,10	52,00
A2(b)	68	54	48	48	61,5	55,90	
A3(b)	24	26	19	17	17	20,60	27,00
A3(c)	41	30	49	26	21	33,40	
B1(b)	61	64	59	60	60	60,80	59,40
B1(c)	55,5	58	58,5	50,5	67,5	58,00	
B2(b)	65,5	52,5	38,5	46	63	53,10	52,40
B2(c)	55,5	49	51	57	46	51,70	
B3(a)	41	31	39	23	22,5	31,30	37,85
B3(b)	64,5	38,5	38	54,5	26,5	44,40	
C1(a)	59,5	43	50,5	36,5	34,5	44,80	51,57
C1(b)	58	52	51	48	48,5	51,50	
C1(c)	61,5	60,5	55	54,5	60,5	58,40	
C2(a)	67	66	55,5	50	56	58,90	48,45
C2(b)	25	45	42	39	39	38,00	
C3(b)	28	39	42,5	41,5	25	35,20	36,10
C3(c)	40	30	44	38	33	37,00	
A01	29	48	24,5	38,5	34	34,80	34,80
A02	58	36	32	34,5	51,5	42,40	42,40
A03	18	26	35,5	32	47	31,70	31,70
B01	50	35,5	54	37	35	42,30	42,30
B02	48	23	30	25	20	29,20	29,20
B03	15	20	32	33	24,5	24,90	24,90
C01	38	20	22	30	37	29,40	29,40
C02	58	32	60	35	31	43,20	43,20
C03	18	17,5	23	24	20	20,50	20,50

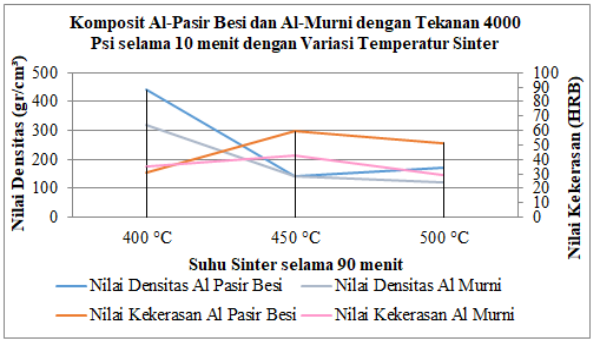
Pembahasan

a. Analisa Data Nilai Densitas Terhadap Nilai Kekerasan.

Komposit Al-Pasir Besi dan Al-Murni dengan Tekanan (4000,5000,6000) Psi selama 10 menit dengan Variasi Temperatur Sinter.

Tabel 6. Data pengaruh tekanan terhadap suhu sintering

No	Kode	Nilai Densitas Al Pasir Besi 5%	Nilai Kekerasan Al Pasir Besi 5%	Nilai Densitas Al Murni	Nilai Kekerasan Al Murni
1	400 °C	441,42	30,75	320,83	34,80
2	450 °C	142,98	59,40	140,77	42,30
3	500 °C	170,10	51,57	120,92	29,40
4	400 °C	435,00	52,00	296,33	42,40
5	450 °C	258,14	52,40	79,92	29,20
6	500 °C	1647,00	48,45	195,90	43,20
7	400 °C	218,54	27,00	464,75	31,70
8	450 °C	917,50	37,85	81,13	24,90
9	500 °C	356,21	36,10	189,09	20,50



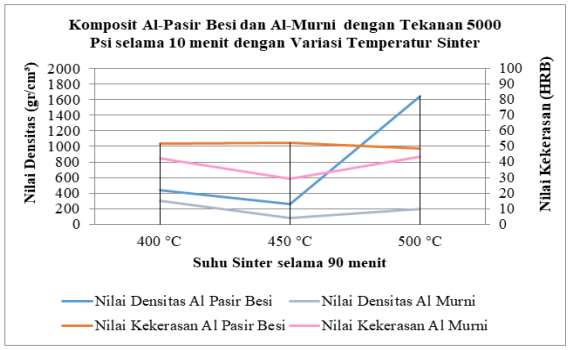
Gambar 10. Grafik pengaruh tekanan 4000 Psi terhadap suhu sintering

Dari grafik diatas dengan tekanan 4000 Psi selama 10 menit, dengan variasi 400°C , 450°C, 500°C, dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C nilai densitasnya 441,41gr/cm^3, dan di Aluminium Murni nilai densitasnya 320,83 gr/cm^3, pada suhu 450 °C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai densitasnya mengalami penurunan menjadi 142,98gr/cm^3,dan di Aluminium Murni nilai densitasnya juga mengalami penurunan menjadi 140,77gr/cm^3 pada suhu 500°C nilai densitas Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami peningkatan menjadi 170,10gr/cm^3, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 120,92gr/cm^3.

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C adalah 30,75 HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 400°C adalah 34,80HRB, pada

suhu 450°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 59,40 HRB, dan di Aluminium Murninya nilai kekerasan juga mengalami peningkatan menjadi 42,30HRB, pada suhu 500 °C antara nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 51,57HRB, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 29,40HRB.

Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan perlakuan panas pada suhunya, tetapi pada suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami peningkatan pada tingkat densitasnya, berbeda dengan al murni pada suhu 500°C terjadi penurunan densitas, berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami penurunan.

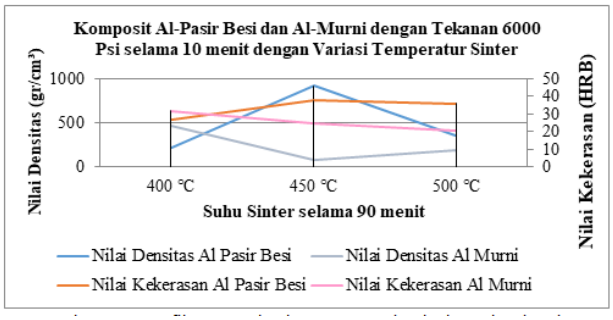


Gambar 11. Grafik pengaruh tekanan 5000 Psi terhadap suhu sintering

Dari grafik diatas dengan tekanan 5000 Psi selama 10 menit, dengan variasi 400°C , 450°C, 500°C, dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C nilai densitasnya 435,00gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitasnya 296,33gr/cm^3, pada suhu 450°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai densitasnya mengalami penurunan menjadi 258,14gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitasnya juga mengalami penurunan menjadi 79,92gr/cm^3 pada suhu 500°C nilai densitas Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami peningkatan menjadi 1647,00 gr/cm^3 hal ini di karenakan sample mengalami sedikit kerusakan, dan pada Aluminium Murni mengalami peningkatan menjadi 195,90 gr/cm^3.

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C adalah 52,00HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 400°C adalah 42,40HRB, pada suhu 450°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 52,40HRB, dan di Aluminium Murninya nilai kekerasan juga mengalami penurunan menjadi 29,20HRB, pada suhu 500°C antara nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 48,45HRB, dan Aluminium Murni mengalami peningkatan menjadi 43,20HRB.

Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan perlakuan panas pada suhunya, tetapi pada suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami peningkatan pada densitasnya, berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% penurunan dan Aluminium Murni mengalami peningkatan.



Gambar 12. Grafik pengaruh tekanan 6000 Psi terhadap suhu sintering

Dari grafik diatas dengan tekanan 6000 Psi selama 10 menit, dengan variasi 400°C , 450°C, 500°C, dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C nilai densitasnya 218,54gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitasnya 464,75gr/cm^3, pada suhu 450°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai densitasnya mengalami peningkatan menjadi 917,50gr/cm^3, hal tersebut di karenakan sample mengalami sedikit kerusakan, dan Aluminium murni nilai

densitas mengalami penurunan menjadi 81,13gr/cm^3 pada suhu 500°C nilai densitas Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 356,21gr/cm^3, dan Aluminium Murni mengalami peningkatan menjadi 189,09gr/cm^3.

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di suhu 400°C adalah 27,00HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 400°C adalah 31,70HRB, pada suhu 450°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 37,85HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 24,90HRB, pada suhu 500°C nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 36,10HRB, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 20,50HRB.

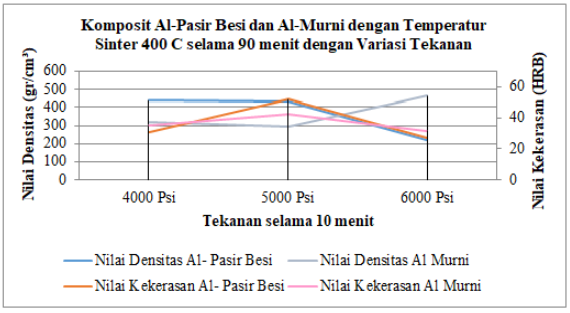
Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan perlakuan panas pada suhunya, tetapi pada suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan pada nilai densitas dan Aluminium Murni mengalami peningkatan, berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di suhu 500°C komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami penurunan.

b. Analisa Data Nilai Densitas Terhadap Kekerasan

Komposit Al-Pasir Besi dan Al-Murni dengan Temperatur Sintering (400,450,500)°C selama 90 menit dengan Variasi Tekanan

Tabel 5. Data pengaruh suhu sitering terhadap tekanan

No	Kode	Nilai Densitas Al Pasir Besi 5%	Nilai Kekerasan Al Pasir Besi 5%	Nilai Densitas Al Murni	Nilai Kekerasan Al Murni
1	400 °C	441,42	30,75	320,83	34,80
2	450 °C	142,98	59,40	140,77	42,30
3	500 °C	170,10	51,57	120,92	29,40
4	400 °C	435,00	52,00	296,33	42,40
5	450 °C	258,14	52,40	79,92	29,20
6	500 °C	1647,00	48,45	195,90	43,20
7	400 °C	218,54	27,00	464,75	31,70
8	450 °C	917,50	37,85	81,13	24,90
9	500 °C	356,21	36,10	189,09	20,50



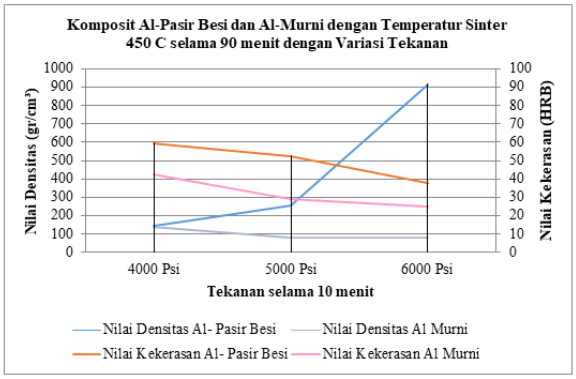
Gambar 13. Grafik pengaruh suhu sintering 400°C terhadap tekanan

Dari grafik diatas dengan temperatur sinter 400°C selama 90 menit, dengan variasi tekanan (4000, 5000, 6000), dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi nilai porositasnya 441,42gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai porositasnya 320,83gr/cm^3, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai porositasnya mengalami penurunan menjadi 435,00gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai porositasnya juga mengalami penurunan menjadi 296,33gr/cm^3 pada tekanan 6000Psi nilai porositas Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 218,54gr/cm^3, dan Aluminium Murni mengalami peningkatan menjadi 464,75gr/cm^3.

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi adalah 30,8HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 4000Psi adalah 34,80HRB, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 52,0HRB, dan di Aluminium Murninya nilai kekerasan juga mengalami peningkatan menjadi 42,40HRB, pada tekanan 6000Psi antara

nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 27,0HRB, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 31,70HRB.

Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan Tekanan Selama 10 menit, tetapi pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami peningkatan pada densitas dan di tekanan 6000Psi Aluminium-Pasir Besi 5% nilai densitas menurun sedangkan Aluminium Murni densitasnya meningkat, berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami peningkatan, Dan di tekanan 6000psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami penurunan.

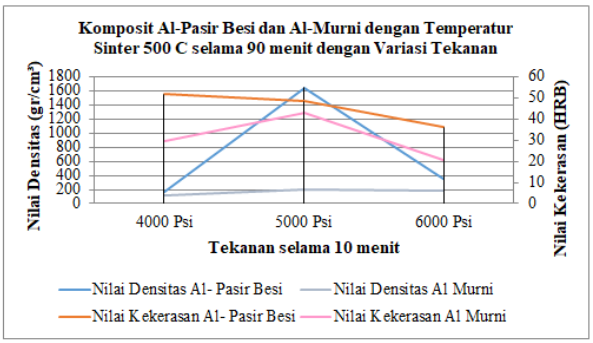


Gambar 14. Grafik pengaruh suhu sintering 450°C terhadap tekanan

Dari grafik diatas dengan temperatur sinter 450°C selama 90 menit, dengan variasi tekanan (4000, 5000, 6000)Psi, dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi nilai densitas adalah 142,98gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitas adalah 140,77gr/cm^3, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai densitas mengalami peningkatan menjadi 258,14gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitas juga mengalami penurunan menjadi 79,92gr/cm^3 pada tekanan 6000Psi nilai densitas Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami peningkatan menjadi 917,50gr/cm^3 hal tersebut di karenakan sample mengalami sedikit kerusakan, dan Aluminium Murni mengalami peningkatan menjadi 81,13gr/cm$^{3.}$

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi adalah 59,4HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 4000Psi adalah 42,30HRB, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 52,4HRB, dan di Aluminium Murninya nilai kekerasan juga mengalami penurunan menjadi 29,20HRB, pada tekanan 6000Psi antara nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 37,9HRB, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 24,90HRB.

Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan Tekana sealama 10 menit, Pada tekanan 6000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami peningkatan pada densitas dan Aluminium Murni tekanan 5000Psi mengalami penurunan pada densitas dan di tekanan 6000Psi Aluminium Murni mengalami peningkatan pada densitas, berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di tekanan 5000Psi dan 6000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami penurunan.



Gambar 15. Grafik pengaruh suhu sintering 500°C terhadap tekanan

Dari grafik diatas dengan temperatur sinter 500°C selama 90 menit, dengan variasi tekanan (4000, 5000, 6000)Psi, dengan komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi nilai densitasnya 170,10gr/cm^3, dan di Aluminium murni nilai densitasnya 120,92gr/cm^3, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi

5% nilai densitasnya mengalami peningkatan menjadi 1647,00gr/cm^3 hal tersebut di karenakan sample mengalami sedikit kerusakan.

Pada nilai kekerasan (HRB) komposit Aluminium-Pasir Besi 5% di tekanan 4000Psi adalah 51,6HRB, dan Aluminium Murni nilai kekerasan di suhu 4000Psi adalah 29,40HRB, pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 48,5HRB, dan di Aluminium Murni nilai kekerasan mengalami peningkatan menjadi 43,20HRB, pada tekanan 6000Psi nilai kekersan Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan menjadi 36,1HRB, dan Aluminium Murni mengalami penurunan menjadi 20,50HRB.

Hal terebut terjadi dengan seiringnya pertambahan Tekanan selama 10 menit, Pada tekanan 5000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminum Murni mengalami peningkatan pada porositas, Pada tekanan 6000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% dan Aluminium Murni mengalami penurunan, Berbanding terbalik dengan nilai kekerasan di tekanan 5000Psi dan 6000Psi komposit Aluminium-Pasir Besi 5% mengalami penurunan dan Tekanan 5000Psi Aluminium Murni mengalami peningkatan sedangkan di tekanan 6000Psi nilai kekerasan mengalami penurunan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Melalui pengujian dan pengamatan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh variasi tekanan terhadap densitas dan kekerasan pada variasi 4000 Psi, 5000 Psi, 6000 Psi Paduan Al-Pasir besi, bisa di lihat di tekanan 4000 Psi mendapatkan nilai densitas terkecil 142,98 gr/cm³, dan di tekanan 5000 Psi mendapatkan nilai densitas terbesar 1647,00 gr/cm³ di karenakan specimen mengalami kerusakan. sedangkan untuk nilai kekerasan terbesar di dapat pada tekanan 4000 Psi 59,40 HRB, dan nilai kekerasan terkecil di dapat pada tekanan 6000 Psi 27,00 HRB. Dibandingkan Al murni nilai densitas terkecil di dapat pada 5000 Psi 79,92 gr/cm³, dan nilai terbesar berada di tekanan 6000 Psi 464,75 gr/cm³, sedangkan untuk nilai kekerasan terbesar di dapat pada tekanan 5000 Psi 43,20 HRB, dan nilai kekerasan terkecil di dapat pada tekanan 6000 Psi 20,50 HRB.
2. pengaruh variasi suhu sintering terhadap densitas dan kekerasan dengan variasi 400 °C, 450 °C, 500 °C Paduan Al-Pasir besi, bisa di lihat di suhu 450 °C mendapatkan nilai densitas terkecil 142,98 gr/cm³, dan lihat di suhu 500 °C mendapatkan nilai densitas terbesar 1647,00 gr/cm³ di karenakan spesimen mengalami kerusakan. sedangkan untuk nilai kekerasan terbesar dapat di lihat pada suhu 450 °C 59,40 HRB, dan nilai kekerasan terkecil dapat di lihat pada suhu 400 °C 27,00 HRB. Dibandingkan Al murni nilai densitas terkecil dapat di lihat pada suhu 450 °C 79,92 gr/cm³, dan nilai terbesar berada pada suhu 400 °C 464,75 gr/cm³, sedangkan untuk nilai kekerasan terbesar di lihat pada suhu 500 °C 43,20 HRB, dan nilai kekerasan terkecil dapat di lihat pada suhu 500 °C 20,50 HRB.

Saran

Untuk mempelajari lebih lanjut pengaruh tekanan dan temperatur pada proses sinter paduan besi Al-Pasir besi dengan metode *powder metallurgy*, kita menyarankan:

1. Dalam proses pembuatan specimen alangkah baiknya lebih berhati-hati dan lebih teliti. Dari proses pencampuran, proses meletakan cetakan ke tempat *pressing hidrolic*, dll. agar hasil specimen bisa sesuai dengan apa yang kita harapkan.

2. Studi lebih lanjut yang melibatkan *powder metallurgy* dapat meningkatkan variasi tekanan dan meningkatkan suhu sintering.
3. Dalam pemilihan bahan untuk lebih di perhatikan lagi khususnya di aluminium murninya.

PENGHARGAAN

Kami mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang terdekat kami yang selalu mendukung dan mendoakan . Dan juga kami mengucapkan terima kasih kepada Mastuki S.Si., M.Si yang telah membimbing dan mendukung penelitian skripsi ini.

REFERENSI

ASTM. (2015). *Paten No. E18-15.* An AMerican National Standart.

Davis, J. (2001). Aluminum and Aluminum Alloys. *Alloying: Understanding the Basics*, 351-416 .

MacKenzie, G. E. (2003). Physical Metallurgy and Processes. Dalam *Handbook of Aluminum.* NEW YORK • BASEL: Marcel Dekker AG.

Mufidah, I. (2015). *TUGAS AKHIR - SF 141501*.

Nayiroh, N. (2013). TEKNOLOGI MATERIAL KOMPOSIT . 1-20.

Rusianto, T. (2009). HOT PRESSING POWDER METALLURGY ALUMINIUM DENGAN VARIASI SUHU PEMANASAN. *Jurnal Teknologi, Volume 2*(Nomor 1), 89-95.

Suwanda, T. (2006). OPTIMALISASI TEKANAN KOMPAKSI, TEMPERATUR DAN WAKTU SINTERING TERHADAP KEKERASAN DAN BERAT JENIS ALUMINIUM PADA PROSES PENCETAKAN DENGAN POWDER METALLURGY. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 9, No. 2,* 187 – 198.