



Analisa Pengaruh Tekanan Dan % Komposisi Terhadap Nilai Kekerasan Komposit Al-ABU DASAR BATU BARA Dengan Metode Metalurgi Serbuk

Lulot Andryanto (Mahasiswa), Mastuki (Dosen Pembimbing)

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: lulotandryanto98@gmail.com

ABSTRAK

Proses metalurgi serbuk memiliki keunggulan dibandingkan proses pengecoran. Tiap-tiap proses memiliki kekuatan dan kelemahan. Penelitian ini mengkaji pengaruh dan variabilitas tekanan dan temperatur selama sintering terhadap nilai densitas, ultrastruktur, dan kekerasan. Menggunakan proses metalurgi serbuk dan menggunakan serbuk aluminium murni dengan serbuk abu batubara sebagai bahan dasarnya. Fluktuasi tekanan yang digunakan adalah 4000 psi, 5000psi dan 6000 psi. Pada suhu.,sintering 400 ° C. Uji densitas, uji struktur mikro, dan uji kekerasan digunakan untuk mengumpulkan data. Didapatkan dari hasil tes ini. Nilai kekerasan maksimum adalah 64.83HRB pada suhu sintering 400 °C dan tekanan 4000psi, dan nilai kekerasan minimum adalah 23HRB pada tekanan 6000psi pada suhu sintering 400 °C.

Kata kunci: Paduan Al-Abu dasar batu bara, Metalurgi Serbuk, Tekanan, Sintering, Kekerasan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Penggunaan material dalam dunia engineering juga berkembang pesat dari waktu ke waktu. Dalam dunia rekayasa, ada kebutuhan akan bahan dengan sifat fisik dan mekanik yang sangat baik, tetapi dengan biaya produksi yang rendah. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menemukan material baru, termasuk komposit. Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih bahan yang menciptakan sifat baru yang berbeda dari matriks. Salah satu komposit matriks logam adalah abu aluminium berbasah dasar karbon. Dalam aplikasi tersebut, bahan ini digunakan sebagai salah satu suku cadang mobil, yaitu rem cakram sepeda motor. Saat digunakan sebagai piringan, material harus memiliki salah satu sifat: kekerasan. Selama proses pengereman, rem cakram dapat bergesekan dan menghasilkan panas. Panas dapat menyebabkan perubahan sifat

mekanik suatu bahan, salah satunya adalah perubahan kekerasan. Material komposit matriks aluminium memiliki sifat fisik dan mekanik yang rendah, salah satunya adalah kekerasan yang rendah.

Pada Al + 5% abu dasar batu bara, struktur mikro paduan aluminium menunjukkan bahwa abu dasar batu bara semakin terdispersi dalam matriks larutan padat aluminium. Al-abu dasar batu bara semakin banyak terjadi pada tekanan 6000 Psi. Variasi kompaksi yang digunakan yaitu sebesar 4000, 5000 dan 6000 Psi dengan variasi %abu dasar batu bara 3.5, 4.5, dan,5.5% dari massa specimen disinter pada suhu 400 °C selama 10 menit.

Perumusan Masalah

Perumusan adalah :

- a. Pengaruh perbandingan Al- Abu Dasar Batu Bara terhadap densitas, kekerasan dan struktur mikro?
- b. Bagaimana proses pada metallurgy serbuk paduan Al- Abu Dasar Batu Bara terhadap densitas, kekerasan Dan struktur mikro?

Batasan Masalah

Batasan masalah adalah :

1. Serbuk campuran adalah serbuk Al dan Abu Dasar Batu Bara.
2. Variasi tekanan kompaksi yang digunakan adalah 4000 Psi, 5000 Psi, dan,6000 Psi.
3. Variasi %abu dasar batu bara yang,digunakan,adalah 5, 10 dan 15%.
4. Suhu sintering yang di gunakan adalah 400°C.
5. Waktu tahan tekan 10 menit.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan dan % abu dasar batu bar terhadap denditas, kekerasan dan struktur mikro komposit aluminium-abu dasra batu bara dengan metode metalurgi serbuk.

Manfaat Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini dapat memotifasi :

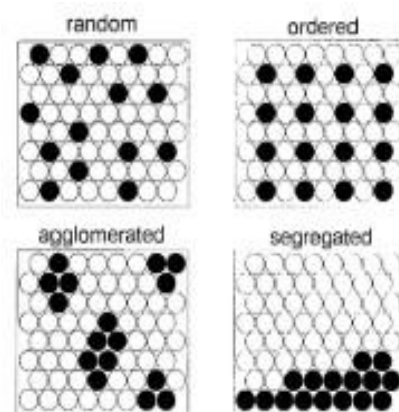
1. Memanfaat penelitian menambah pengalaman di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Dapat digunakan sebagai referensi untuk mengerjakan Tugas Akhir.
3. Memperluas wawasan dengan proses metalurgi serbuk di Indonesia.

Sifat dan Karakteristik Serbuk

Alam bubuk dalam proses metalurgi bubuk dan menerapkan metodologi yang cocok untuk kuantitatif menggambarkan dalam hal-hal apa pun sifat bubuk yang paling kritis. Ukuran partikel juga memutuskan kekuatan perspektif dan kualitas selama proses pencampuran.

Proses Pencampuran Serbuk

Pencampur ini sajikan distribusi ukuran partikel saya menginginkannya.Kualitas suatu campuran biasanya dinyatakan dengan standar deviasi,konsentrasi jumlah sampel campuran.Pencampuran berarti mencampur bubuk dengan komposisi kimia yang berbeda.

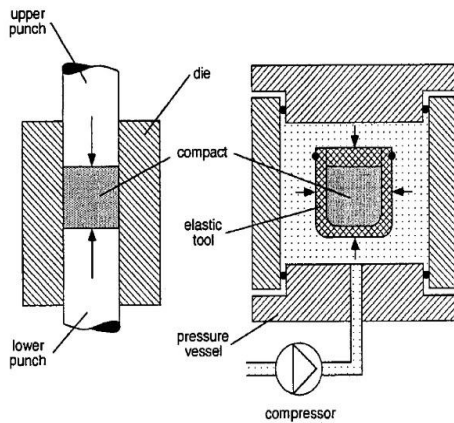


Gambar 2.1 Diagram partikel fase kedua dalam campuran bubuk

Pencampuran serbuk dapat dilakukan dengan mencampur berbeda logam dan bahan lainnya untuk menyelesaikan sifat fisik dan mekanis yang lebih lebih baik. Blending bubuk bisa selesai dengan campuran berbeda logam dan bahan lainnya untuk menyelesaikan sifat fisik dan mekanik yang lebih lebih baik.

Proses Penekanan (*Compacting*)

Manipulasi tekanan dapat membagi tekanan menjadi metode lagi dengan bantuan. Kompresi dingin dan suhu tinggi. Dalam kebanyakan kasus nyata pengerasan kerja terjadi pada suhu kamar sementara pengerasan kerja panas terjadi pada suhu tinggi.



Gambar 2.2 Prinsip pengepresan dingin (kiri: aksial- resp. Pengepresan mati; kanan: pengepresan isostatik)

Tekanan serbuk dan tekanan total yang dinyatakan dalam rasio densitas diubah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Ini mengontrol parameter terutama ukuran partikel kapasitas dan deformasi plastis.

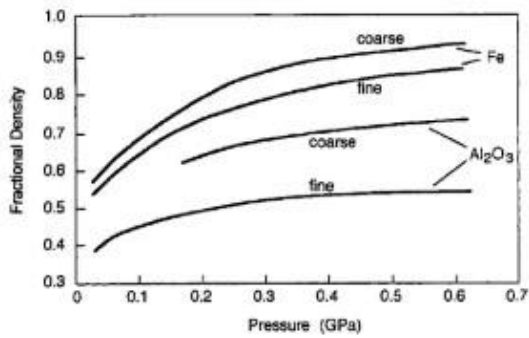
Dalam semua kasus kurva dekat dengan materi teoretis yang merupakan tingkat kepadatan terakhir yang lebih rendah.

Perbedaan bubuk halus kepadatan bubuk halus dan bubuk kasar yang sesuai tidak berkurang dengan meningkatnya tekanan.

Gambar 2.3 hanya menunjukkan situasi mikroskopis.

Hanya bubuk aluminium oksida kaleng rapuh saja dikompresi pada kepadatan acak dibandingkan dengan pengemasan kepadatan maksimum bubuk besi sangat ulet hanya jika lebih tinggi kaleng pengisian dalam dijelaskan dalam jumlah besar.

Deformasi plastis menciptakan ruang antara partikel.



Gambar 2.3 Hubungan kerapatan tekanan tipikal dalam pepadatan bubuk logam dan keramik (setelah Fischmeister)

Penekanan Panas (*Hot Compaction*)

Tahap pertama: titik kontak partikel diubah menjadi jembatan sinter yang disebut "leher"

Tahap menengah; ketika leher kuat dan tumbuh ketika rasio x : melebihi nilai tertentu, partikel individu mulai kehilangan identitasnya.

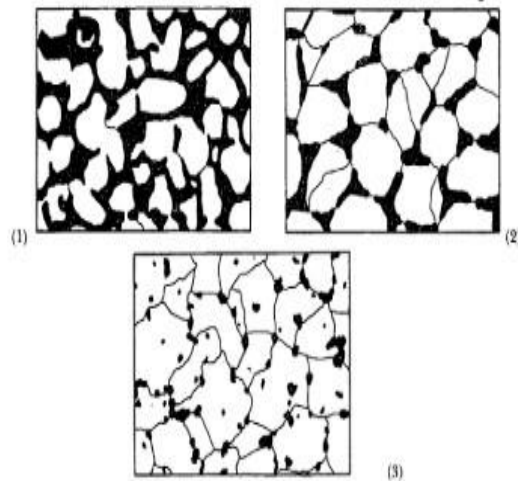
Tahap terakhir: antara 90% hingga 95% dari kepadatan teoritis, proporsi relatif dari ruang sel tertutup meningkat dengan cepat.

Proses Pemanasan (Sintering)

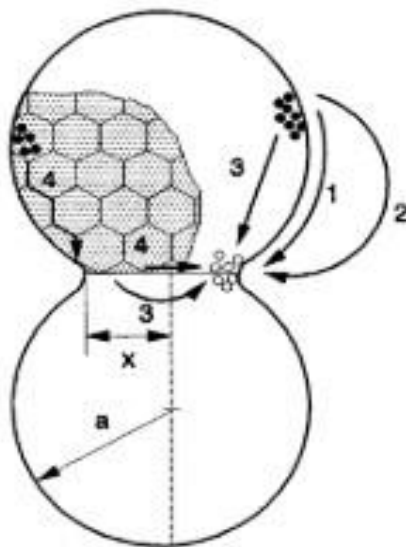
Proses sintering dapat dibagi secara fenomenologis menjadi tiga tahap, menurut Gambar 2.5 yang berlaku terutama untuk sintering solid state.

Tahap pertama: titik kontak partikel diubah menjadi jembatan sinter yang disebut "leher" (gambar 2.4). Bahkan sebelum sintering, kontak ada dalam bentuk bidang mikro alih-alih kontak titik, dan ekstensi mereka tergantung pada tekanan. Batas butir biasanya terbentuk di antara dua partikel yang berdekatan dalam bidang kontak. Pusat partikel hanya sedikit dekat (sama dengan kontraksi yang sangat kecil).

Tahap terakhir: antara 90% hingga 95% dari kepadatan teoritis, proporsi relatif dari ruang sel tertutup meningkat dengan cepat. Lubang terisolasi menjadi semakin bulat.



Gambar 2.5 Tiga tahap sintering 1. Tahap pertama 2. Tahap menengah 3. Tahap akhir



yang koheren terbentuk, dan pertumbuhan Gambar 2.4 Mekanis mesin tering yang mungkin terjadi diarea leher (kecuali aliran plastic dan kental)

Tahap menengah; ketika leher kuat dan tumbuh, ketika rasio x: melebihi nilai tertentu, partikel individu mulai kehilangan identitasnya. Jaringan pori-pori.

Aluminium

Aluminium sebagian besar menunjukkan konduktivitas listrik dan hangat yang bagus namun amalgam unik dengan resistivitas listrik tinggi telah dibuat. Massa jenis aluminium adalah 2,7 g / cm³ yaitu sekitar sepertiga dari baja (7.83g / cm³). Satu kaki kubik baja beratnya kira-kira 490 pon; satu kaki kubik aluminium beratnya hanya kira-kira 170 pon.

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, μΩ-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

Abu Dasar Batubara

Abu batu bara adalah karbon karena bersumber dari alam yang mengandung unsur-unsur mineral tanah yaitu silika alumina oksida besi dapur alkali belerang dan air. partikel abu batu bara ini sangat ringan yaitu antara 0,4 sampai dengan 0,6, gr/cm sehingga diharapkan dapat suatu material yang lebih ringan dengan karakteristik, material yang lebih baik.

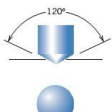

Pengujian Densitas

Pengujian densitas adalah Pengukuran kepadatan material padat atau curah metode Archimedes digunakan, Hitung nilai kerapatan aktual dan teoretis gunakan persamaan.

Kekerasan

Kekerasan suatu material dapat didefinisikan sebagai ketahanan material terhadap tekanan, material keras lainnya. Tegangan ini dapat berupa mekanisme pengekanan refleksi atau lekukan material pada permukaan sampel Berdasarkan mekanisme pengekanan ini dikenal ada 3 jenis kekerasan :

1. Metode Gores
2. Metode elastic/pantul (rebound)
3. Metode Identasi

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load
		Side View	Top View	
Rockwell dan Rockwell dangkal	Diamond cones $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ -in.-diameter steel spheres			60 kg } Rockwell 100 kg } 150 kg } 15 kg } Rockwell dangkal 30 kg } 45 kg }

Gambar 2.7 Teknik Pengujian Kekerasan

Skala Simbol	Indenter	Total Beban (kgf)	Warna Dial	Aplikasi Skala
B	1/16-in. (1.588-mm) ball	100	Merah	Paduan tembaga, baja lunak, paduan aluminium, besi tempa, dll.
C	Diamond	150	Hitam	Baja, besi tuang keras, besi tempa peritik, titanium, baja lapisan keras yang dalam, dan bahan lain yang lebih keras dari skala B-100.
A	Diamond	60	Hitam	Carbide cemente, baja tipis, dan baja lapisan keras yang tipis.
D	Diamond	100	Hitam	Baja tipis, baja lapisan keras yang sedang, dan besi tempa peritik.
E	1/8-in. (3.175-mm) ball	100	Merah	Besi tuang, paduan aluminium, magnesium, dan logam bantalan.
F	1/16-in. (1.588-mm) ball	60	Merah	Paduan tembaga yang dilunakkan dan plat lunak yang tipis.
G	1/16-in. (1.588-mm) ball	150	Merah	Besi tempa, paduan tembaga, nikel-seng, dan tembaga-nikel.
H	1/8-in. (3.175-mm) ball	60	Merah	Aluminium, seng, timah.
K	1/8-in. (3.175-mm) ball	150	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
L	1/4-in. (6.350-mm) ball	60	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
M	1/4-in. (6.350-mm) ball	100	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
P	1/4-in. (6.350-mm) ball	150	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
R	1/2-in. (12.70-mm) ball	60	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
S	1/2-in. (12.70-mm) ball	100	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.
V	1/2-in. (12.70-mm) ball	150	Merah	Logam, bantalan, dan bahan lainnya sangat lunak atau tipis.

Sumber : ASTM Internasional E 18-03⁰¹ An American National Standard 2004

Berikut penjelasannya:

Metode Brinell

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk mengetahui kekerasan material berupa tahanan material terhadap bola baja (indenter), dan kekerasan ini ditekan pada permukaan material yang diuji (sample). Idealnya, uji Brinell cocok untuk material dengan kekerasan Brinell hingga 400 HB. Jika lebih besar dari nilai ini, metode uji Rockwell atau Vickers direkomendasikan. Tingkat kekerasan Brinell (HB) didefinisikan sebagai hasil bagi koefisien beban uji (F) dalam Newton dikalikan dengan angka koefisien 0,102 dan luas permukaan (mm persegi) dari bola baja (A) bekas luka kompresi (A). Dalam prakteknya, uji Brinell yang biasa dijabarkan pada (contoh): HB 5/750/15, yang berarti uji kekerasan Brinell dilakukan dengan bola baja (indenter) dengan diameter 5 mm, Beban uji adalah 750 N per 0,102, dan waktu uji adalah 15 detik. Lamanya pengujian tergantung dari bahan yang akan diuji. Untuk semua jenis baja, waktu pengujian adalah 15 detik, dan untuk bahan non-ferrous waktu pengujian adalah 30 detik.

Struktur mikro

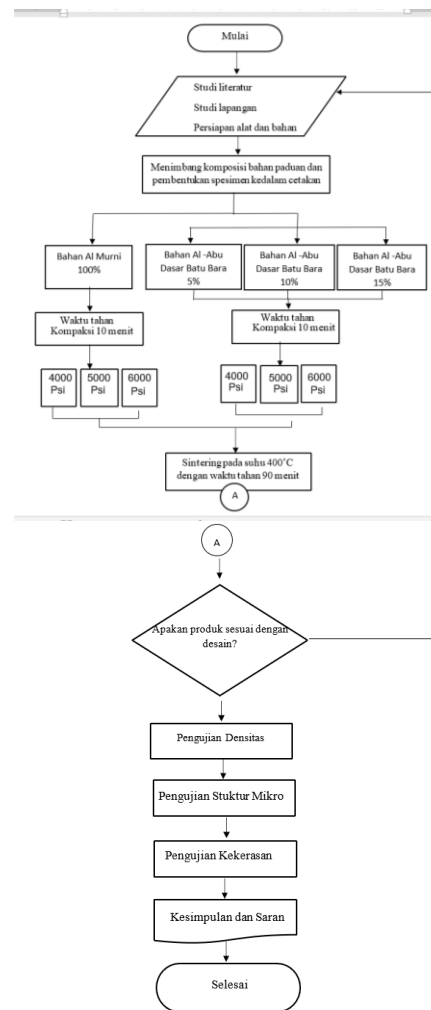
Pengujian strukturmikro yang menggunakan Micro Hardnes Tester dengan pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif yang dipakai 10x, lensa okuler 10x sehingga perbesarannya bisa mencapai 100x. Pada jarak 10 setrip pada foto untuk perbesaran 100x adalah 100 μm



Gambar 2.9 Mikroskop metalografi

Satu metode untuk menghitung mengukur item adalah metode Planimetri kemudian hitung jumlah total semua item dalam lingkaran dalam tambah setengah jumlah hal yang silang dengan lingkaran.

METODE PENELITIAN



Penimbangan Bahan Paduan

Penimbangan abu dasar batu bara di mana proses selanjutnya akan dilanjutkan pencampuran bahan aluminium Al dengan bahan penguat Abu Dasar Batu Bara Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan komposisi Al : Abu Dasar Batu Bara 95% : 5%, 90 : 10%, 85% : 15%

Pencampuran (Mixing)

Setelah dilakukan penimbangan selanjutnya serbuk Al dan Abu Dasar Batu Bara serbuk yang sudah ditimbang dengan massa yang sudah ditentukan yaitu massa 3 gram dengan perbandingan komposisi Aluminium (Al): 95%, 90%, 85%, dengan penguat Abu Dasar Batu Bara 5%, 10%, 15%

Variabel Suhu dan Waktu Tahan Sintering

Setelah sampel dikompres menjadi bentuk yang sesuai dalam cetakan tablet, lakukan proses sintering. Sintering adalah proses di mana butiran-butiran terikat (difusi) satu sama lain dan meningkat dengan pemanasan sehingga titik leleh bahan atau sampel tidak terlampaui. Nilai kepadatan, Pada proses sintering ini digunakan tungku diatur pada suhu 400 °C, dan dipanaskan pada suhu pemanasan yang ditentukan selama 90 menit.

Pengujian Densitas

Pengujian densitas adalah untuk mengetahui kerapatan atau kepadatan terhadap perlakuan Suhu Sintering dan Waktu Tahan Sintering.

Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengamati struktur mikro dan batas butir yang terkandung dalam benda uji, yang diberi perlakuan panas. Permukaan sampel telah dihaluskan sehingga struktur sampel dapat terlihat dan terbaca lebih baik.

Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan kekerasan varian yang diterapkan. Uji kekerasan menggunakan kekerasan Digital Rockwell B dengan beban uji 100 kgf dan menggunakan standar uji ASTM E1815 HRB dengan indenter bola baja berdiameter 1/16 inci untuk menunjukkan sifat mekanik material yang diberi perlakuan panas Sampel.

Densitas

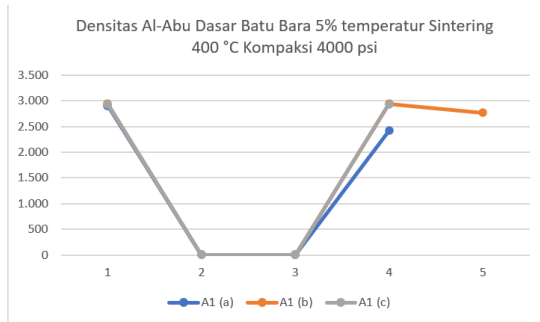
Hasil nilai densitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{m}{(V2 - V1)}$$

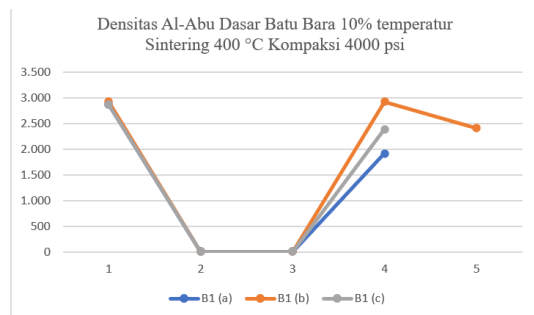
Dimana :	m	= densitas sample
	V1	= volume awal
	V2	= volume setelah di masukan spesimen

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Nilai Densitas (gr/cm³)

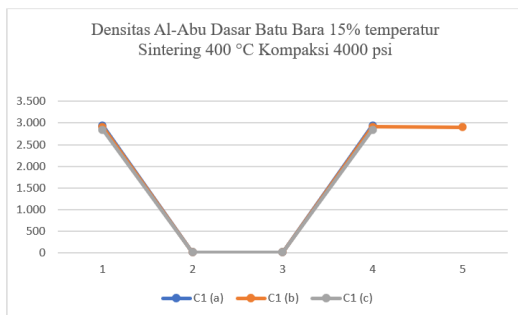
Kodevikasi	Nilai Densitas				rata-rata
	massa	Volume 1	Volume 2	Densitas	
A1 (a)	2.903	10	11,2	2.419	2.763
A1 (b)	2.941	10	11	2.941	
A1 (c)	2.930	10	11	2.930	
A2 (a)	2.913	10	11	2.913	2.764
A2 (b)	2.962	10	11,2	2.468	
A2 (c)	2.911	10	11	2.911	
A3 (a)	2.955	10	11,2	2.462	2.770
A3 (b)	2.912	10	11	2.912	
A3 (c)	2.937	10	11	2.937	
B1 (a)	2.873	10	11,5	1.915	2.410
B1 (b)	2.924	10	11	2.924	
B1 (c)	2.872	10	11,2	2.393	
B2 (a)	2.900	10	11	2.900	2.896
B2 (b)	2.884	10	11	2.884	
B2 (c)	2.905	10	11	2.905	
B3 (a)	2.897	10	11	2.897	2.613
B3 (b)	2.999	10	11	2.999	
B3 (c)	2.918	10	11,5	1.945	
C1 (a)	2.946	10	11	2.946	2.901
C1 (b)	2.912	10	11	2.912	
C1 (c)	2.845	10	11	2.845	
C2 (a)	2.949	10	11,2	2.457	2.744
C2 (b)	2.900	10	11	2.900	
C2 (c)	2.875	10	11	2.875	
C3 (a)	2.920	10	11	2.920	2.731
C3 (b)	2.832	10	11,2	2.360	
C3 (c)	2.914	10	11	2.914	
D1	2.877	10	11	2.877	2.904
D2	2.950	10	11	2.950	
D3	2.886	10	11	2.886	



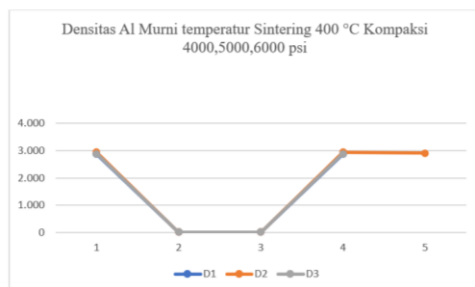
Gambar 4.1 grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



Gambar 4.4 grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



Gambar 4. 7 grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



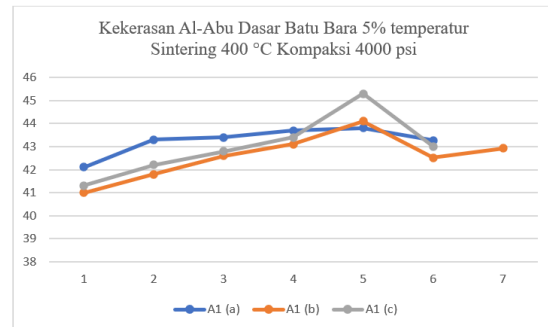
Gambar 4.10 grafik densitas Al Murni temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000,5000,6000 psi

Kekerasan (HRB)

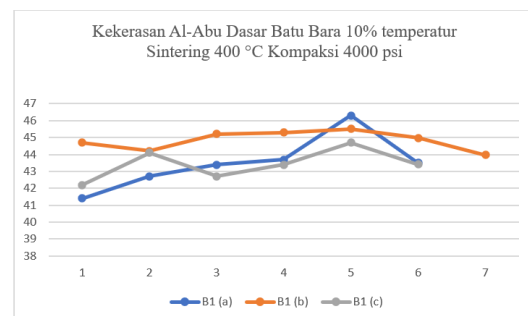
Hasil rata-rata nilai kekerasan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data Pengujian Nilai Kekerasan (HRB)

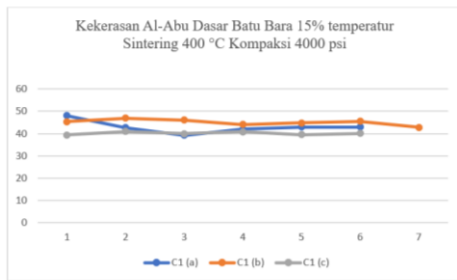
Kodevikasi	Titik Nilai Uji Kekerasan					Rata-Rata	Σ RataRata
	1	2	3	4	5		
A1 (a)	42,1	43,3	43,4	43,7	43,8	43,26	42,926
A1 (b)	41,0	41,8	42,6	43,1	44,1	42,52	
A1 (c)	41,3	42,2	42,8	43,4	45,3	43	
A2 (a)	41,8	42,1	43,0	44,4	44,4	43,14	43,113
A2 (b)	40,7	42,5	42,8	42,8	44,1	42,58	
A2 (c)	42,4	43,3	43,5	44,5	44,4	43,62	
A3 (a)	44,3	43,7	42,9	43,8	44,0	43,74	43,58
A3 (b)	42,2	43,3	44,1	44,0	45,8	43,88	
A3 (c)	42,8	43,4	42,2	43,1	44,1	43,12	
B1 (a)	41,4	42,7	43,4	43,7	46,3	43,5	43,96
B1 (b)	44,7	44,2	45,2	45,3	45,5	44,98	
B1 (c)	42,2	44,1	42,7	43,4	44,7	43,42	
B2 (a)	43,8	43,5	43,3	44,3	45,2	44,02	43,546
B2 (b)	42,5	45,1	43,7	43,5	44,8	43,92	
B2 (c)	42,5	42,8	42,8	42,3	43,1	42,7	
B3 (a)	44,7	46,0	45,2	45,3	45,3	45,3	47,526
B3 (b)	43,6	44,1	44,2	43,2	45,3	44,08	
B3 (c)	42,6	43,8	44,2	45,6	46,6	53,2	
C1 (a)	48,1	42,6	39,2	42,0	43,0	42,98	42,84
C1 (b)	45,3	46,9	46,1	44,1	44,8	45,44	
C1 (c)	39,4	40,9	39,9	40,8	39,5	40,1	
C2 (a)	42,5	44,8	43,7	42,1	44,1	43,44	43,293
C2 (b)	40,9	46,2	45,2	41,9	42,3	43,3	
C2 (c)	42,2	42,6	41,2	41,9	42,8	43,14	
C3 (a)	44,4	44,5	45,5	43,3	44,3	44,4	44,706
C3 (b)	45,5	44,2	44,7	43,5	44,7	44,52	
C3 (c)	45,6	44,8	44,7	45,1	45,8	45,2	
D1	42,4	42,2	42,4	43,0	43,0	42,6	96,62
D2	42,7	42,5	42,5	42,5	42,7	42,58	
D3	43,1	43,0	42,8	42,8	42,9	34,32	



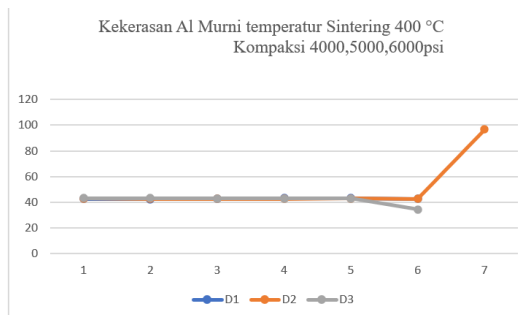
Gambar 4.11 grafik kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



Gambar 4.14 grafik kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



Gambar 4.17 grafik kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi



Gambar 4.20 grafik kekerasan Al Murni temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000,5000,6000psi

Tabel 4.4 Data hasil uji struktur mikro (metalografi) dengan kompaksi 4000Psi,5000 Psi,6000 Psi waktu tahan kompaksi 10 menit

Kodevikasi	(a)	(b)	(c)
Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi			

Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi			
Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi			
Al murni temperature sentering 400 °C dengan kompaksi 4000 psi			

Al murni temperature sentering 400 °C dengan kompaksi 4000 psi	
Al murni temperature sentering 400 °C dengan kompaksi 4000 psi	

KESIMPULAN

Kesimpulan

Menyimpulkan pengujian di atas adalah :

1. Dampak variasi dan tekanan pada densitas dan kekerasan. Variabel 4000 psi, 5000 psi, 6000 psi. Paduan batuan dasar Al-Abu batubara dapat dimasukkan Lihat tekanan 4000 diperoleh Psi, nilai densitas minimum 2.410 gr/cm^3 , dan nilai densitas maksimum 2.901 gr/cm^3 Di sisi lain untuk durometer inci maksimum pada tekanan 6000 psi bisa menjadi 47,526 HRB, dan untuk durometer inci minimum pada tekanan 4000 psi bisa menjadi 42,84 HRB. Sebagai perbandingan nilai Al murni yang merupakan densitas terendah pada 4000 psi, adalah $42,6 \text{ g/cm}^3$, dan tertinggi $42,58 \text{ g/cm}^3$ pada tekanan 5000 psi.
2. pengaruh dengan variasi campuran 5%, 10%, 15% Paduan Al-Abu dasar batubara, bisa dilihat pada campuran 10% mendapatkan nilai densitas terkecil $2,410 \text{ gr/cm}^3$, dan dilihat campuran 15% mendapatkan nilai densitas terbesar $2,90,1 \text{ gr/cm}^3$.

Saran

Agar penelitian berikutnya mengenai pengaruh tekanan dan suhu sintering paduan Al-Abu dasar batubara dengan metode metalurgi serbuk maka penulis menyarankan:

1. Dalam prosesnya pembuatan sampel itu akan lebih hati-hati dan luar biasa dan lebih teliti. Sekali lagi mulai dari proses hingga pencampuran proses penempatan cetakan dan pengepresan. Saya berharap hasil dan polanya cocok seperti tekanan oli.
2. Studi selanjutnya terkait dengan metode metalurgi serbuk variabilitas besarnya tekanan dan peningkatan suhu sintering dapat meningkat.

Daftar Pustaka

- Davis J R 2001 Aluminum and Aluminum Alloys *ASM International* 351 – 416.
- Tsutsui, T. 2012 Recent Technology of Powder Metallurgy and Applications *Hitachi Chemical Technical Report No. 54* 12–20.
- ASTM 2004 b Standard Test Methods for Determining Average Grain Size.
- Shahid R.N and Scudino S 2018. Microstructure and mechanical behavior of Almg composites synthesized by reactive sintering *Metals* 8,(10).