

# Studi Teknologi Serbuk Alumina Silika dengan Variasi *Blending Method* terhadap Sifat Mekanik

Ike Widyastuti\*, Djoko Andrijono, Jumiadi Jumiadi, Lukman Hakim

Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang  
Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia

\*ike.widyastuti@unmer.ac.id (penulis korespondensi)

**Abstrak**— Teknologi serbuk sering digunakan sebagai cara untuk menyatukan dua material dengan bertujuan untuk mendapatkan sifat bahan yang baru. Teknologi serbuk juga dapat diaplikasikan pada proses pembuatan keramik. Pada penelitian ini memadukan dua material serbuk dengan variasi blending method yang digunakan sehingga dapat diketahui bagaimana perbedaan distribusi kekerasan melalui uji kekerasan rockwell. Penelitian ini menggunakan serbuk alumina ( $Al_2O_3$ ) sebagai material utama dan silika ( $SiO_2$ ) sebagai material campuran, dengan komposisi  $Al_2O_3$  sebesar 80% dan  $SiO_2$  sebesar 20%. Pengadukan dilakukan dengan tiga blending method yang berbeda, yakni vertical rotating drum, screw blade, dan paddle blade. Waktu pengadukan dilakukan selama 10 menit dengan putaran 100 rpm yang kemudian dilanjutkan dengan penekanan spesimen dengan beban 10 ton. Proses sintering dilakukan pada suhu  $1300^\circ C$  dan ditahan selama 1 jam. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan uji kekerasan rockwell. Skala yang digunakan adalah skala A dengan kerucut intan dan beban mayor 60 kg. Metode pengadukan screw blade menjadi metode pengadukan yang paling baik distribusi kekerasannya karena memperoleh standar defiasi rata-rata yang paling kecil diantara metode pengadukan yang lain. Semakin kecil standar defiasi rata-ratanya maka akan semakin kecil penyimpangan distribusi kekerasannya.

**Kata kunci**— Alumina, Silika, Keramik, Sintering, Distribusi Kekerasan

**Abstract**— Powder technology is often used as a way to unite two materials with the aim of obtaining new material properties. Powder technology can also be applied to the process of making ceramics. In this study, two powder materials were combined with variations of the blending method used so that it could be seen how the differences in the distribution of hardness were through the Rockwell hardness test. This study uses alumina powder ( $Al_2O_3$ ) as the main material and silica ( $SiO_2$ ) as a mixed material, with a composition of 80%  $Al_2O_3$  and 20%  $SiO_2$ . Stirring is carried out using three different blending methods, namely vertical rotating drum, screw blade, and paddle blades. The stirring time was carried out for 10 minutes with a rotation of 100 rpm which was then followed by pressing the specimen with a load of 10 tons. The sintering process was carried out at  $1300^\circ C$  and held for 1 hour. Data retrieval was carried out by performing the Rockwell hardness test. The scale used is an A scale with a diamond cone and a major load of 60 kg. The screw blade stirring method is the best stirring method for the distribution of specimen hardness because it obtains the smallest average standard deviation among other stirring methods. The smaller the average standard deviation, the smaller the deviation of the hardness distribution will be.

**Keywords**— Alumina, Silica, Ceramic, Sintering, Hardness Distribution

## I. PENDAHULUAN

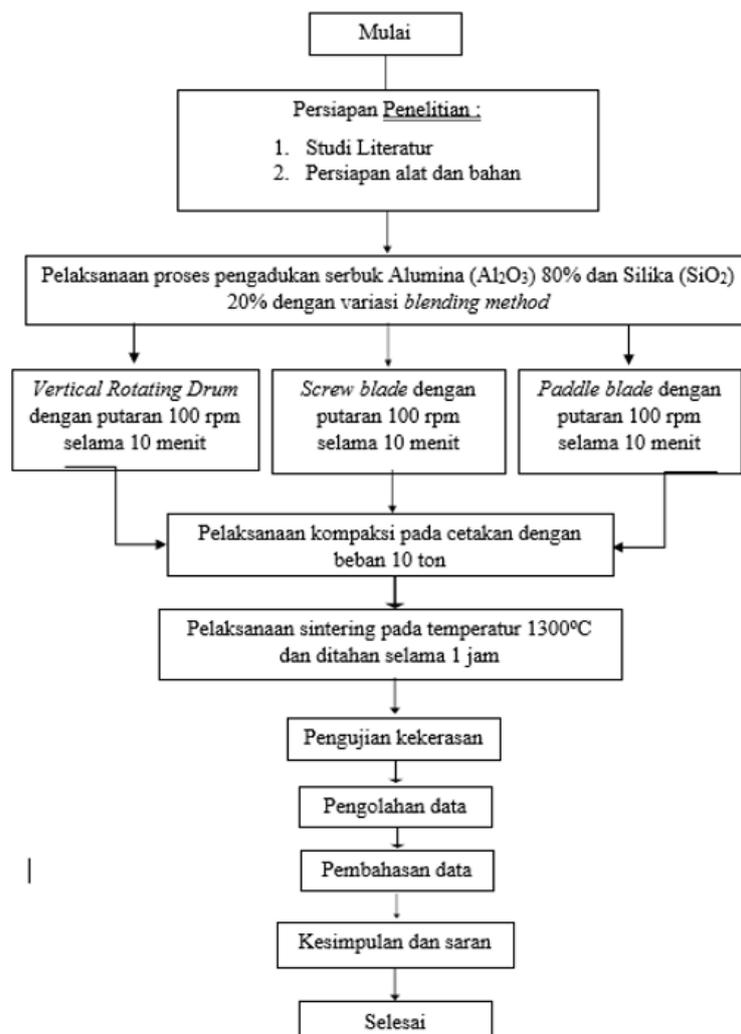
*Powder Technology* (teknologi serbuk) merupakan proses pembentukan benda kerja dari dua serbuk yang dipadukan, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan (*die*) kemudian dilakukan kompaksi (*compaction*). Setelah dilakukan kompaksi serbuk membentuk green body yang sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan. Green body tersebut kemudian dipanaskan. Pemanasan selama proses penekanan atau sesudah penekanan dikenal dengan istilah sintering. Tujuannya adalah agar terjadi proses difusi antar partikel serbuk sehingga partikel akan menyatu dan terbentuk produk yang padat, (Rusianto, 2009). Proses teknologi serbuk terdiri dari tiga proses penting, yakni proses pencampuran serbuk (*Blending*), proses penekanan (*Compacting*), dan proses pemanasan (*Sintering*). Pencampuran serbuk (*Blending*) terdiri atas pencampuran basah dan pencampuran kering. Pencampuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah pencampuran kering. Proses penekanan yang digunakan adalah tipe *die pressing*. Hasil produk yang dihasilkan dari *powder technology* memiliki perbedaan dengan *casting* dan *forging*. *Powder technology* dianggap lebih unggul daripada kedua proses tersebut, hal ini dikarenakan powder technology menghasilkan produk yang sama dengan kedua karakteristik tersebut sekaligus.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Seprianto, 2011) mengungkapkan bahwa dengan meningkatnya kompaksi dan suhu sinter maka kekerasan semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan variasi suhu pemanasan atau sintering yang dilakukan penulis menunjukkan perbedaan tingkat kekerasan. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut penulis melakukan penelitian dengan variasi metode pengadukan (*blending method*) untuk diketahui apakah perbedaan metode pengadukan berpengaruh pada tingkat kekerasan produk.

Material serbuk yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk alumina ( $Al_2O_3$ ) dan serbuk silika ( $SiO_2$ ) sebagai paduan, penulis melakukan penelitian dengan variasi blending method yaitu *vertical rotating drum*, *screw blade*, dan *paddle blade*. Kedua serbuk dicampur dengan komposisi  $Al_2O_3$  80% dan  $SiO_2$  20% diaduk selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan kompaksi dengan beban sebesar 10ton dan setelahnya dilakukan proses sintering pada temperatur  $1300^\circ C$  ditahan selama 60 menit, Pengambilan data uji kekerasan dengan alat uji Rockwell menggunakan skala A. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diketahui bagaimana pengaruh variasi *blending method* pada proses teknologi serbuk alumina ( $Al_2O_3$ ) dan silikon dioksida ( $SiO_2$ ) terhadap distribusi kekerasan produk.

## II. METODE

Metode pelaksanaan penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi

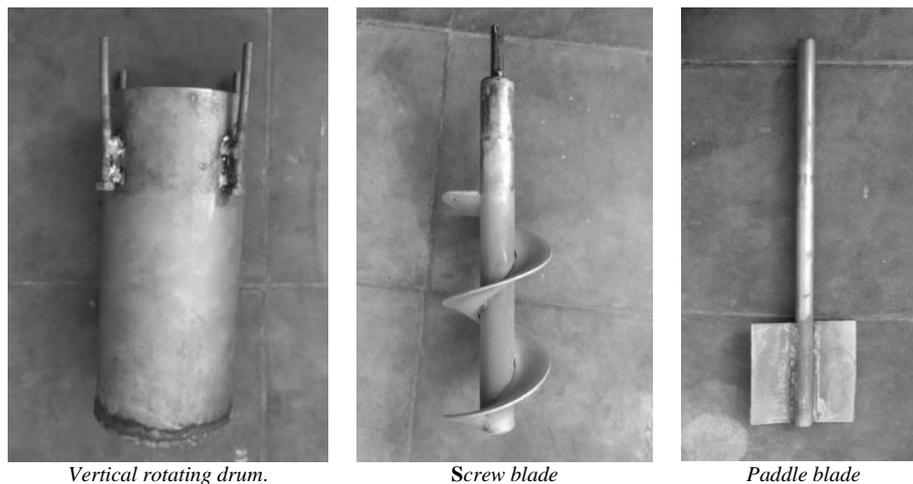
Gambar 1 menyajikan tahapan proses penelitian dimulai dari persiapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan sampai dengan hasil dan pembahasan. Melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Lalu, menghitung volume cetakan kompaksi. Selanjutnya menentukan takaran campuran Alumina – Silika sebesar 80% : 20%. Masukkan serbuk Alumina dan Silika kedalam tabung dengan blade yang telah terpasang (memasukan bahan secara bertahap agar tercampur dengan maksimal). Proses pengadukan dimulai dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 10 menit. Selanjutnya serbuk yang selesai diaduk dimasukkan kedalam cetakan kompaksi hingga penuh. Kemudian dilakukan penekanan terhadap cetakan kompaksi dengan menggunakan beban 10 ton. Selanjutnya specimen dipanaskan pada suhu 1300°C dengan waktu penahanan 60 menit. Selanjutnya dilakukan pengambilan data kekerasan dengan alat uji Rockwell berskala A.

Pengambilan data dilakukan dengan melaksanakan pengujian kekerasan Rockwell, berikut adalah tahapan pengambilan data kekerasan.

1. Indentor dan beban yang dipasang, disesuaikan dengan indeks kekerasan yang akan dipakai. Memakai skala HR<sub>A</sub> yang berindentor diamond cone dengan beban mayor 60kg.
2. Material diletakkan pada meja iju.
3. Indentor diturunkan menekan material, sampai jarum penunjuk yang kecil mencapai penunjukan maksimum.
4. Angka nol pada skala yang dipakai (merah/hitam) dihipitkan dengan jarum panjang.
5. Beban diturunkan pelan-pelan hingga sampai jarum panjang diam.
6. Beban dinaikkan.
7. Penunjukan jarum panjang dicatat sebagai angka kekerasan.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di tiga tempat, yakni Laboratorium Produksi Prodi Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang sebagai tempat pengadukan serbuk, Laboratorium Logam Prodi Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang sebagai tempat proses kompaksi dan pengambilan data kekerasan, dan Keramik Dinoyo Pak Handi sebagai tempat pemanasan (sintering). Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari 18 Juli 2021 hingga 29 Juli 2021.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Variabel terikat dari penelitian ini adalah sifat mekanik dan distribusi kekerasan dari serbuk yang diproses teknologi serbuk. Sedangkan untuk variable bebasnya adalah variasi *blending method* yang terdiri dari *vertical rotating drum*, *screw blade*, dan *paddle blade*.



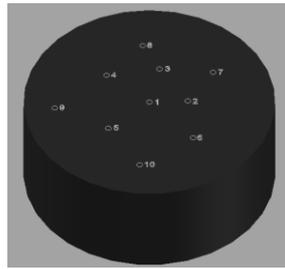
*Vertical rotating drum.*

*Screw blade*

*Paddle blade*

Gambar 1. Variasi jenis blade yang digunakan

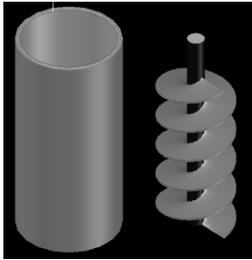
Gambar 2 ditampilkan titik pengujian kekerasan 10 titik uji yang disebar secara merata pada permukaan atas spesimen. 10 titik uji kekerasan yang diambil diawali dari permukaan bagian dalam hingga ke permukaan bagian luar spesimen sehingga dapat diperoleh nilai distribusi kekerasan bahan.



Gambar 2. Distribusi titik pengujian kekerasan

### III. HASIL

TABEL I  
HASIL DAN PENYUSUTAN SPESIMEN UJI SETELAH PROSES SINTERING

Metode Blending	<i>Vertical Rotating Drum</i>	<i>Screw Blade</i>	<i>Paddle Blade</i>
			
Ketebalan Sebelum <i>Sintering</i> (mm)	8,9	8,5	7,9
Ketebalan Setelah <i>Sintering</i> (mm)	8,85	8,3	7,75
Selisih ketebalan (mm)	0,05	0,2	0,15
Presentase Penyusutan (%)	0,56	2,35	1,90

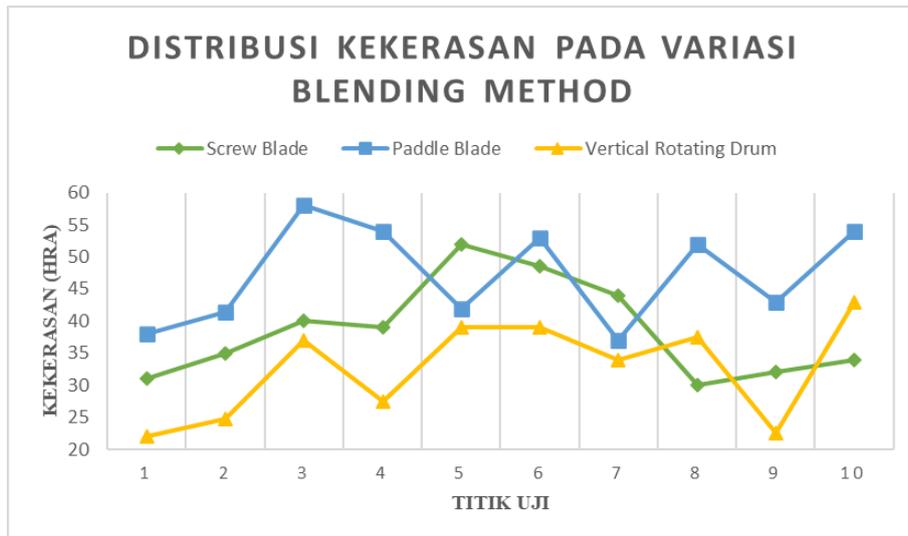
TABEL II  
NILAI KEKERASAN TIAP TITIK UJI

No	Jenis Pengadukan	Kekerasan per Titik (HRA)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Vertical rotating drum</i>	22	24,7	37	27,5	39	39	34	37,5	22,5	43	32,62
2	<i>Screw blade</i>	31	35	40	39	52	48,5	44	30	32	34	38,55
3	<i>Paddle blade</i>	38	41,5	58	54	42	53	37	52	43	54	47,25

TABEL III  
REKAPITULASI PERHITUNGAN DEFINISI RATA-RATA

No	Jenis Pengadukan	$\bar{x}$	$\alpha$	Sd	$\Delta x$
1	<i>Vertical rotating drum</i>	32,62	6,756	8,445	2,67
2	<i>Screw blade</i>	38,55	6,15	7,6875	2,431
3	<i>Paddle blade</i>	47,25	6,95	8,6875	2,75

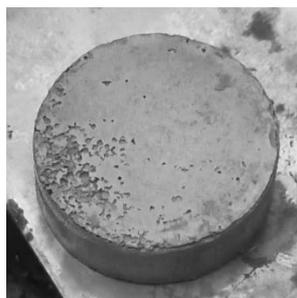
#### IV. PEMBAHASAN



Gambar 3. Grafik distribusi kekerasan hasil proses metalurgi serbuk

Gambar 3 menyajikan grafik distribusi kekerasan yang diperoleh pada pengujian hasil proses metalurgi serbuk dengan beda metode *blending*. Tampak bahwa tingkat kekerasan di setiap titik pengujian terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan dari tiap metode pengadukan. Dengan banyaknya titik uji pada pengujian kekerasan, maka akan mempertinggi ketelitian yang didapat dari pengujian tersebut. Berdasarkan dari grafik hasil pengujian kekerasan diatas, metode pengadukan dengan *paddle blade* memperoleh hasil kekerasan tertinggi yakni 58 HRA dengan rata-rata kekerasan 47,25 HRA. Hasil kekerasan terendah diperoleh dari metode pengadukan *vertical rotating drum* dengan tingkat kekerasan 22 HRA serta rata-rata kekerasannya adalah 32,55 HRA.

Tingkat distribusi kekerasan dapat dilihat dari seberapa besar nilai standar defiasi rata-rata ( $\Delta X$ ). Pada screw blade, standar defiasi rata-rata yang didapat sebesar 2,431. Vertical rotating drum dan paddle blade masing-masing mendapat angka sebesar 2,67 dan 2,75. Screw blade menjadi metode pengadukan yang terbaik dibandingkan dengan vertical rotating drum dan paddle blade, karena memiliki nilai standar defiasi rata-rata yang terendah. Semakin kecil nilai standar defiasi rata-rata, maka penyimpangan distribusi kekerasan akan semakin kecil pula. Hal ini akan membuat homogenitas akan semakin baik.



Gambar 4. Spesimen temuan

Gambar 4 menyajikan tentang temuan penulis ketika mengeluarkan spesimen dari tungku setelah proses *sintering*. Banyaknya pori-pori pada spesimen diakibatkan oleh *stearic acid* yang dipakai sebagai pelapis permukaan bagian dalam cetakan kompaksi. Pada saat proses pemanasan, *stearic acid* menguap dan membentuk pori kecil pada permukaan spesimen yang dipanaskan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis maka simpulan yang bisa diambil adalah sebagai berikut:

Perbedaan *blending method* yang dipakai akan menghasilkan homogenitas serbuk yang berbeda-beda. Distribusi kekerasan bergantung dari homogenitas serbuk yang diaduk. Rata-rata kekerasan tertinggi didapat dari *paddle blade* dengan nilai 47,25 HRA. *Screw blade* mendapat hasil standar defiasi rata-rata sebesar 2,431 yang merupakan nilai terkecil dari semua variasi *blending method* yang dipakai. Semakin kecil nilai standar defiasi rata-rata, maka penyimpangan distribusi kekerasan akan semakin kecil pula. Hal ini akan membuat homogenitas akan semakin baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan melalui Pelaksanaan Pekerjaan Perguruan Tinggi Penerima Bantuan Kerja Sama Kurikulum dan Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka Tahun 2021 dengan Nomor Kontrak 088/E2/PPK/SPK/KSKI-MBKM/2021 tertanggal 05 Mei 2021.

## REFERENSI

- [1] Aminur, Aminur, Kadir Kadir, and Samhuddin Samhuddin. "Komposit matriks aluminium silikon berpegkuat alumina dengan proses metalurgi serbuk." *Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal*. Vol. 1. No. 1. 2018.
- [2] Fayed, Muhammed, and Lambert Otten. *Handbook of powder science & technology*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [3] German, Randall M., and Ronald G. Iacocca. "Powder Metallurgy Processing of Intermetallic Matrix Composites." *MRS Online Proceedings Library (OPL)* 350 (1994).
- [4] Harmer, Steve. "ASM Handbook Vol. 7'Powder Metal Technologies and Applications'." *Powder Metallurgy* 43.1 (2000): 22.
- [5] Johnson, Jessica S., Harold M. Erickson, and Harry Iceland. "Identification of chemical and physical change during acid cleaning of ceramics." *MRS Online Proceedings Library (OPL)* 352 (1995).
- [6] Junaidi, Ahmad, and Dicky Seprianto. "Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Kekerasan Elektroda Tembaga-5% Karbon yang Dibuat dengan Metode Serbuk Metalurgi." *AUSTENIT* 3.02 (2011).
- [7] Mikrianto, Edi, and Ismunandar Ismunandar. "Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Berstruktur Aurivillius Empat dan Lima Lapis dan Penentuan Sifat Feroelektriknya." *Jurnal Matematika dan Sains* 9.3 (2004): 279-284.
- [8] Mujiyanti, Dwi Rasy, Nuryono Nuryono, and Eko Sri Kunarti. "Sintesis dan karakterisasi silika gel dari abu sekam padi yang diimobilisasi dengan 3-(trimetoksisilil)-1-propaniol." *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* 4.2 (2010): 150-167.
- [9] Rusianto, Toto. "Hot pressing metalurgi serbuk aluminium dengan variasi suhu pemanasan." *Jurnal Teknologi* 2.1 (2009): 89-95.
- [10] Somiya, Shigeyuki. *Handbook of advanced ceramics: materials, applications, processing, and properties*. Academic press, 2013.
- [11] Sulardjaka, Sulardjaka, and C. Wahyudianto. "Pengaruh Waktu Sinter terhadap Sifat Fisi dan Mekanis Komposit Alumunium yang Diperkuat Serbuk Limbah Geothermal."
- [12] Tang, Chak Yin, et al. "In situ formation of Ti alloy/TiC porous composites by rapid microwave sintering of Ti6Al4V/MWCNTs powder." *Journal of alloys and compounds* 557 (2013): 67-72.
- [13] Worrall, D. M. *Clays and ceramic raw materials*. Springer Science & Business Media, 1986.