PENGARUH VARIASI FRAKSI PENGUAT DAN SUHU SINTERING AMC TERHADAP NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN DENGAN SiO_2/RHA/BA

Fahrian Hasbi [1], Sukanto [1*], Erwanto [1]

[1] Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Kawasan Industri Airkantung Sungailiat Bangka-33211- Telepon (0717) 93586

sukanto@polman-babel.ac.id [1]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi fraksi penguat dan suhu sintering terhadap nilai densitas dan kekerasan komposit bermatriks aluminium yang diperkuat dengan pasir silika, ampas tebu, dan sekam padi. Serbuk aluminium daur ulang digunakan sebagai matriks dengan komposisi fraksi penguat sebesar 6 %, 8 %, dan 10 %. Proses pembuatan komposit meliputi pencampuran serbuk menggunakan metode mechanical alloying, dilanjutkan dengan proses kompaksi panas pada suhu sintering tertutup 530 °C, 550 °C, dan 570 °C. Pengujian densitas dilakukan berdasarkan standar ASTM B962-17, sedangkan kekerasan diuji menggunakan standar ASTM E110-14. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi penguat dan suhu sintering berpengaruh signifikan terhadap nilai densitas dan kekerasan. Nilai densitas tertinggi sebesar 2,387 g/cm³ dan kekerasan tertinggi sebesar 45,9 HB dicapai pada fraksi penguat 10% dengan suhu sintering 570 °C.

Kata kunci : komposit-matrik-alumunium, fraksi-penguat, suhu-sintering, densitas, kekerasan.

Abstract

This study aims to evaluate the effect of reinforcement fraction variation and sintering temperature on the density and hardness values of aluminum matrix composites reinforced with silica sand, bagasse ash and rice husk ash. Recycled aluminum powder was used as the matrix with reinforcement fractions of 6 %, 8 %, and 10 %. The composite fabrication process involved powder mixing using the mechanical alloying method, followed by hot compaction at close sintering temperatures of 530 °C, 550 °C, and 570 °C. Density testing was conducted according to ASTM B962-17 standards, while hardness was tested based on ASTM E110-14 standards. The results show that increasing the reinforcement fraction and sintering temperature significantly affects the density and hardness values The highest density value of 2.387 g/cm³ and the highest hardness value of 45.9 HB were achieved at a reinforcement fraction of 10% and a sintering temperature of 570 °C.

Key words : *aluminum-matrix-composite, reinforcement-fraction, sintering-temperature, density, hardness.*

PENDAHULUAN

Sampah Industri manufaktur berkembang dengan pesat, membawa dampak positif sekaligus tantangan, seperti munculnya limbah industri, termasuk limbah dari proses pengolahan bahan dan produk bekas pakai. Produk berbahan aluminium terus berkembang di berbagai sektor, seperti rumah tangga, konstruksi, otomotif, dan penerbangan. Indonesia memiliki sumber daya tambang aluminium yang melimpah dan memproduksi aluminium dalam jumlah besar, yang juga menyebabkan peningkatan limbah aluminium [1] [2]. Limbah aluminium dapat diolah lebih lanjut untuk menghasilkan material lain yang memiliki nilai tambah, seperti untuk pembuatan komposit. Aluminium dapat berperan sebagai matriks dalam komposit, dengan bahan penguat berupa partikel yang lebih keras, seperti silikon karbida (SiC) [3] [4]. Material komposit terdiri dari dua komponen utama, yaitu matriks dan penguat. Matriks merupakan bagian terbesar dalam struktur komposit dan dapat terbuat dari logam, keramik, atau polimer. Salah satu jenis komposit yang banyak dikembangkan di industri adalah komposit dengan matriks logam aluminium [5]. Teknologi komposit bertujuan untuk meningkatkan efisiensi struktur dan karakterisasi sifat material yang signifikan, seperti untuk aplikasi material yang ringan tetapi sangat kuat. Komposit bermatrik alumunium (*Aluminium Matrix Composites*) dikembangkan dalam industri otomotif ini karena sifatnya Aluminium yang tahan korosi, massa jenis yang ringan, konduktivitas panas

dan elektrik yang tinggi [6] [7]. Metalurgi serbuk adalah salah satu metode produksi yang memanfaatkan serbuk sebagai bahan awal sebelum memasuki tahap pembentukan. Proses ini dilakukan dengan memadatkan serbuk logam sesuai bentuk yang diinginkan, kemudian memanaskannya pada suhu sekitar 90 % dari suhu titik lelehnya [8] [9] [10]. Proses metalurgi serbuk menghasilkan produk akhir dengan minimnya bahan yang terbuang atau tidak terpakai [11]. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh varisai fraksi penguat berupa paduan serbuk silika, serbuk abu ampas tebu dan abu sekam padi menggunakan matrik logam aluminium hasil daur ulang dengan teknologi metalurgi serbuk terhadap nilai densitas dan kekerasan komposit yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

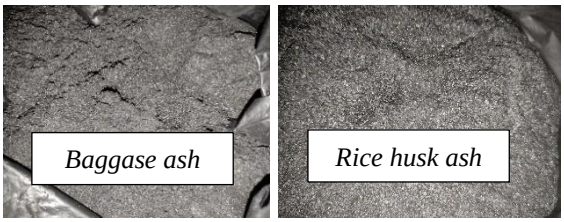
Penelitian ini menggunakan serbuk alumunium yang merupakan hasil daur ulang dengan penguat menggunakan pasir silika, *baggase ash, dan rice husk ash*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 dengan perbandingan komposisi 94 %, 92 % dan 90 % serbuk alumunium, serta 6 %, 8 %, 10% serbuk penguat, hal ini mengacu pada penelitian sebelumnya [11].

Serbuk alumunium yang digunakan mempunyai ukuran *Particle Size Analyzer* D50:282,53 µm. diketahui dari hasil pengujian komposisi kimia di Laboratorium Logam Ceper. Serbuk Alumunium ini memiliki kandungan senyawa yaitu 83,4 % Al, 10,09 % Si dan 2,6 % Cu(FeO_2). Serbuk penguat yang digunakan merupakan pasir silika tailing timah yang ada di kepulauan Bangka Belitung dengan ukuran distribusi serbuk D50:164 µm, sedangkan serbuk *rice husk ash* memiliki ukuran distrbusi serbuk yaitu D50:49,46 µm, sedangkan *baggase ash* mempunyai ukuran distribusi serbuk D50:44,08 µm. hasil tersebut didapatkan dari uji *particle size analyzer* (PSA) yang dilakukan di laboratorium FMIPA-KIMIA Universitas Brawijaya.

Proses awal yang dilakukan pada studi ini meliputi; pemaduan mekanik atau mechanical alloying [13]. Pada tahap pemaduan mekanik, mesin yang digunakan yaitu *horizontal ball mill machine*. Parameter yang digunakan pada proses ini meliputi kecepatan putaran mesin yaitu 90 Rpm, ball powder weight (BPR) 10 : 1, dan waktu pemaduan selama 6 jam, hal ini mengacu pada proses optimasi *ball mill* [14], dimana volume maksimum tabung penggilingan adalah sepertiga dari volume tabung tersebut, dengan tujuan agar terjadi tumbukan sempurna berupa jatuh bebas. Pada tabung mesin *ball mill* ini berisi bola-bola baja kecil berdiameter 30 mm dan 25 mm, bola-bola baja tersebut mempunyai berat masing-masing yaitu 111,18 gram dan 65,96 gram. Bola-bola tersebut memiliki kekeresan rata-rata 61 HRC dan 58,2 HRC.

Setelah tahap pencampuran serbuk selesai, dilanjutkan dengan pembuatan spesimen dengan proses kompaksi panas. Pada tahap ini menggunakan mesin press hidrolik yang terdiri dari dua hidrolik yaitu hidrolik atas dan bawah, yang pernah diaplikasikan oleh Irwansyah dkk 2023 [12]. Masing-masing hidarulik ini dilengkapi dengan alat pembaca tekanan (*pressure gauge*). *Thermocouple* juga digunakan untuk memanaskan cetakan dan serbuk selama proses kompaksi berlangsung dengan suhu 400 ℃ pada area dapur pemanas. Cetakan yang digunakan berbentuk cincin dengan ukuran diameter luar yaitu 50 mm dan diameter dalam 20 mm. Tekanan kompaksi yang diberikan adalah 6000 Psi dengan waktu penahanan selama 18 menit.

Gambar 1 serbuk alumunium.



Gambar 2 serbuk penguat.

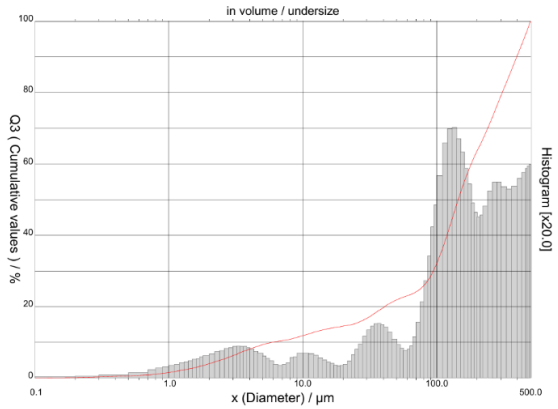
Proses selanjutnya setelah kompaksi selesai yaitu pengujian sampel dengan uji densitas dan uji kekerasan. Pengujian dilaksanakan untuk mengetahui perbeedaan pada spesimen yang telah dibuat yang dipengaruhi oleh variasi fraksi penguat dan suhu sintering tertutup menggunakan mesin *oven heat treatment*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pencampuran

Proses pencampuran serbuk menggunakan metode *mechanical alloying* dilakukan selama 6 jam. Hasil serbuk *mechanical alloying* seperti ditunjukkan Gabar 3. Proses ini menghasilkan campuran serbuk dengan ukuran distribusi serbuk adalah D50: 144,28 µm berdasarkan uji *particle size analyzer* yang dilakukan di laboratorium FMIPA-KIMIA Universitas Brawijaya, dengan detail grafik distribusi serbuk seperti ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.

Gambar 3 hasil mechanical alloying.



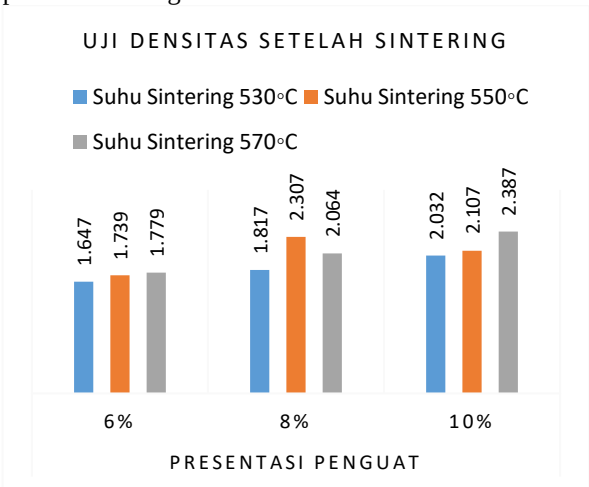
Gambar 4 grafik hasil uji *particle size analyzer*.

Penelitian ini menggunakan sampel yang berbentuk cincin dengan ukuran diameter luar 50 mm dan diameter dalam 20 mm, tinggi sampel 8 mm dan berat pada setiap sampel yaitu 40 Gram. Sampel hasil kompaksi dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini

Gambar 5 hasil kompaksi

Pengujian densitas yang dilakukan mengikuti hukum Archimedes pada sampel dengan mengacu pada *American Standard Testing Materials* (ASTM) yaitu berdasarkan standart ASTM B962-17. Selanjutnya, hasil uji densitas ini diolah dan dibuat grafiknya seperti dapat dilihat pada grafik dibawah ini, Gambar 6. Semua sampel, baik untuk masing-masing variasi, kompaksi maupun sintering dibuat rangkap 3 untuk proses pengulangannya serta setiap pengujian merupakan hasil rata-ratanya.

Densitas seperti yang ditunjukkan pada Grafik memperlihatkan bahwa nilai densitas semakin meningkat dengan bertambahnya prosesntasi variasi penguat yag diterapkan. Namun demikian terjadi anomaly, dimana pada suhu sintering 550 °C pada fraksi Penguat 8 % menunjukkan nilai densitas tertinggi, sedangkan pada suhu sintering 570 °C densitas tertinggi terjadi pada fraksi Penguat 10 %.



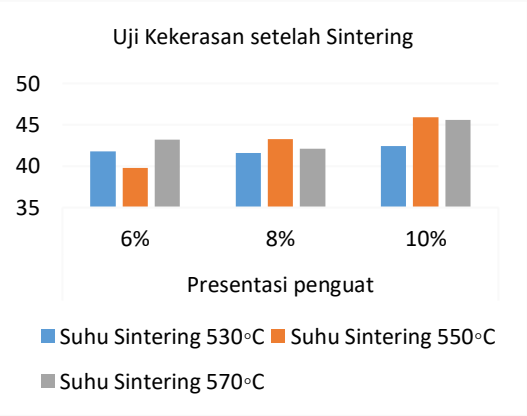
Gambar 6 Grafik hasil uji densitas

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan identor berbentuk bola atau Pengujian Brinel dengan harapan proses penetrasi pengujian dapat mengenai bidang kontak yang lebih luas mengingat material yang diuji berbentuk komposit, dimana penyebaran material tidak dapat merata sepenuhnya. Hasil uji kekerasan dengan menggunakan standart AST E110-14 diperoleh nilai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 Grafik hasil uji kekerasan.

Berdasarkan Gambar 7 dapat Analisa bahwa semakin tinggi fraksi persentasi penguat yang diaplikasikan kedalam matrik maka kekerasan material meningkat. Kekerasan tertinggi terjadi pada komposit dengan suhu sintering pada temperatur 550 ºC dan 570 ºC serta pada fraksi persentasi penguat 10 %. Densitas dan kekerasan yang terjadi pada komposit ini dipastikan diakibatkan oleh terjadinya ikatan *interlocking* antar serbuk, baik serbuk matrik maupun paduan penguatnya dan tidak akan terjadi ikatan kimia karena proses *mechanical alloying*

yang relatif singkat, kurang dari waktu *mechanical alloying* yang dibutuhkan untuk transformasi dari unsur Aluminium ke alumina (Al_2O_3) [4].

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, yaitu nilai densitas 2,387 g/cm^3 dan kekerasan 45.9 HB dalam penelitian ini telah dapat memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia komponen gesek yang umum digunakan pada kendaraan roda dua [15].



Gambar 7 Grafik hasil uji kekerasan

KESIMPULAN

Merujuk dari data hasil pengujian yang telah dilaksanakan, variasi fraksi penguat dan suhu sintering memiliki pengaruh terhadap nilai densitas dan kekerasan komposit, dapat disimpulkan dari hasil uji memperlihatkan peningkatan angka dengan persentase volume penguat 10%, nilai densitas tertinggi yaitu 2,387 g/cm^3, dan nilai kekerasan tertinggi pada fraksi penguat 10% yaitu 45,9 HB. Sedangkan nilai densitas terendah 1,647 g/cm^3, dan nilai kekerasan terendah 39,8 HB pada fraksi penguat 6%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini yaitu:

1. Laboratorium Kimia pada Fakultas MIPA Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam pengujian Particle Size Analyzer dan Uji Densitas.
2. Direktur, Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Kepala Laboratorium Teknik Material dan Pengelasan serta para Laboran di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah berkontribusi pada pembiayaan dan penggunaan sarana prasarana dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Muzayyanah, N., Pemanfaatan Limbah Abu Aluminium Sebagai Substitusi Semen Dalam Pembuatan Paving Block, *Skripsi*, 2021. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/3626.

[2] Sukanto, Soenoko, R., Suprapto, W., & Irawan, Y. S., Characterization of aluminium matrix composite of Al-ZnSiFeCuMg alloy reinforced with silica sand tailings particles. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, *14*(3), 7094–7108., 2020., https://doi.org/10.15282/jmes.14.3.2020.11.0556.

[3] Alit Triadi, Sifat Mekanis Komposit Matriks Aluminium berpenguat Abu Jerami dengan Metode Metalurgi Serbuk., *Jurnal Ganec Swar*, 2024., Vol. 18, No. 3, pp. 1692-1698.

[4] Sukanto, Suprapto, W., Soenoko, R., & Irawan, Y. S., The effect of milling time on the alumina phase transformation in the amcs powder metallurgy reinforced by silica-sand-tailings. *Eureka, Physics and Engineering*, *1*, 103–117., 2022. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.001906.

[5] Adhi Setiawan, Arita Rochma Nilasari, & M. Ari., Analisis Sifat Mekanik Komposit Al2075 Reinforcement dengan Elektroless Abu Dasar Batubara., *Journal of Research and Technology*, 2016, Vol.2, No.2, pp. 64-71, https://doi.org/10.55732/jrt.v2i2.226.

[6] Prabowo A.S., Triyono T., dan Yaningsih I., Analisis Pengaruh Penambahan Mg pada Komposit Matrik Aluminium Remelting Piston berpenguat SiO_2 Menggunakan Metode Stir Casting terhadap Kekerasana dan Densitas., Mekanika, 2016. Vol.15, No 1, pp. 37-43, https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mekanika/article/view/465.

[7] Abdi Zay I.P., Zulfi F.S, dan Gurning A., Daur Ulang Scrap Aluminium sebagai Solusi Alternatif untuk Mengurangi Ketergantungan Aluminium Impor di Indonesia., *Conference Paper*, bandung, 2014, doi:10.13140/2.1.3237.6006.

[8] Mahadi dan Dodo S.A, Pengaruh Variasi Tekanan dan Suhu pada Pengadukan Serbuk Aluminium (Al), Magnesium (Mg), dan Zeng (Zn) terhadap Sifat Mekanik Logam dengan Metode Metalurgi Serbuk, *Jurnal Dinamis*, Vols. Vol. 8, No. 2, 2020., pp. 41-49., DOI:10.32734/dinamis.v8i2.7451.

[9] Aswar, Studi Komposit Matrik Aluminium berpenguat Grafit dan Tembaga dengan Metode Metlaurgi Serbuk, *Tesis*, 2022, Gowa: https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/23223/.

[10] Suprapto W & Soenoko R, *Teknologi Metalurgi Serbuk*, Solo, Pena Mas Publishing, ISBN: 978-

602-73670-0-5., 2015. Vol. 192, p. 10, Https://Digilib.Ub.Ac.Id/Opac/DetailOpac?Id=80211.

[11] Asep, M., Sugiyarto, Somawardi, Achmad Rusdy, dan Sukanto, Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Panas terhadap Densitas dan Kekerasan AMC diperkuat SiO2, *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, 2023, Vol. 9 No. 1. pp. 1-7, DOI:10.33019/jm.v9i1.3606.

[12] Irwansyah R., Rodika, Agus Wanto, Mego Wahyudi dan Sukanto, Pengaruh Pemadatan Dua-arah Penekanan Terhadap Densitas dan Kekerasan AMC diperkuat Serbuk Silikon Dioksida, *Infotekmesin*, 2023, Vol.14, No.2, pp. 265-272., DOI:10.35970/infotekmesin.v14i2.1902.

[13] C. Suryanarayana, Mechanical Alloying : A Novel Technique to Synthesize Advanced Materials, *Research*, vol. 2019, pp. 1–17, doi: 10.34133/2019/4219812.

[14] Sukanto, R. Soenoko, W. Suprapto, and Y. S. Irawan, Parameter Optimization of Ball Milling Process for Silica Sand Tailing, in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 494, no. 1., DOI: 10.1088/1757-899X/494/1/012073.

[15] SNI 09-0143-1987, Kampas Rem Kendaraan Bermotor, https://www.scribd.com/document/425491959/SNI-09-0143-1987.