

Rekayasa Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Alumina Dan Bagasse Ash Dengan Metode Metalurgi Serbuk

M Ghazi Al Ghifari^{1*}, Somawardi¹, Ahamad Rusdi¹, Sukanto¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : jaziazza83@gmail.com

Received : 28 November 2023; Received in revised form : 8 Juli 2024;

Accepted: 30 Juli 2024

Abstract

In general, brake linings are made using asbestos materials, but brake linings made from asbestos are very dangerous for health. Therefore, it is necessary to develop innovative environmentally friendly materials, one of which is aluminum matrix composite. This research process aims to determine the effect of differences in hot compaction pressure and sintering temperature on the density and hardness properties of recycled aluminum matrix composites reinforced with alumina and bagasse ash. The method used to make composites from aluminum is the powder metallurgy method, which includes preparation processes, powder mixing, compaction, and sintering. Mixing aluminium, alumina powder, and bagasse ash using a horizontal ball mill machine and using process parameters which include Ball Powder Weight Ratio (BPR) parameters of 10:1, the machine rotation speed of 90 rpm, and grinding time of 2 hours. Meanwhile, the hot compaction process uses a two-way pressing method with a hydraulic pump machine that has a pressure reader. The hot compaction process is carried out with a temperature of 500 °C held for 15 minutes and variations in the two-way compaction pressure used namely 5800 Psi, 6000 Psi, and 6400 Psi. Density testing was carried out by referring to Archimedes' law with the ASTM B962-17 standard. This test resulted in good results at a pressure variation of 6400 Psi. Meanwhile, for hardness testing, the portable Brinell hardness test was used and referred to ASTM E110-14. In this test, the results were good at a pressure variation of 6400 Psi.

Keywords: Keyword brake pads; Aluminum matrix composites; Powder metallurgy; Mechanical alloying.

Abstrak

Pada umumnya pembuatan kampas rem banyak menggunakan material dari asbestos, akan tetapi kampas rem yang terbuat dari asbestos sangat berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu perlu dikembangkan inovasi bahan yang ramah lingkungan salah satunya komposit matrik aluminium. Tujuan dari proses penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan tekanan kompaksi panas dan suhu sintering terhadap sifat densitas dan kekerasan komposit matrik aluminium hasil daur ulang yang diperkuat alumina dan bagasse ash. Metode yang digunakan untuk membuat komposit dari aluminium yaitu metode metalurgi serbuk, yang meliputi proses persiapan, pencampuran serbuk, kompaksi dan sintering. Pencampuran serbuk aluminium, alumina dan bagasse ash menggunakan mesin horizontal ball mill dan digunakan parameter proses yang meliputi parameter Ball Powder Weight Ratio (BPR) 10:1, kecepatan putar mesin yaitu 90 rpm dan waktu Penggilingan 2 jam. Sedangkan proses kompaksi panas menggunakan metode dua-Arah penekanan dengan mesin pompa hidrolik yang terdapat alat pembaca tekanan. Proses kompaksi panas dilakukan dengan suhu 500°C ditahan selama 15 menit serta variasi tekanan kompaksi dua-arah penekanan yang digunakan yaitu 5800 Psi, 6000 Psi, dan 6400 Psi. Pengujian densitas dilakukan dengan Mengacu pada hukum Archimedes dengan standar ASTM B962-17 pada pengujian ini hasil yang baik pada variasi tekanan 6400 Psi. Sedangkan pengujian kekerasan digunakan uji

kekerasan *brinell portable* serta mengacu pada ASTM E110-14 pada pengujian ini hasil yang baik pada variasi tekanan 6400 Psi.

Kata kunci: Kampas rem, Komposit matrik aluminium, Metalurgi serbuk, *Mechanical alloying*.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, ilmu teknik material mengalami perkembangan pesat untuk memenuhi kebutuhan teknologi modern. Kebutuhan akan material dengan sifat mekanik yang baik sangat besar, hal ini merupakan hal yang mendasar bagi perkembangan dunia teknik material.

Bahan yang terbuat dari aluminium oksida dan serbuk komposit berbahan dasar aluminium yang diperkuat bagasse ash lebih ramah lingkungan dan mudah didapat. Salah satu komponen terpenting dari bantalan rem adalah lapisan gesekan. Lapisan gesekan terbuat dari bahan dengan kekerasan yang baik, ketahanan aus, ketahanan korosi, tahan panas, kekuatan tarik dan koefisien gesekan. Secara umum, materi punya sifat-sifat tersebut adalah berupa oksida logam (keramik) atau karbida, seperti Al_2O_3 , MgO , SiO_2 , Si dan lain-lain [1][14].

Komposit merupakan bahan material yang dapat disusun melalui proses pembentukannya berbeda-beda, baik dari sifat fisika ataupun sifat kimia dari bahan tersebut [2].

Adapun serbuk-serbuk komposit yang di gunakan:

A. Aluminium

Aluminium adalah unsur ketiga terbanyak yang diperoleh didalam bumisetelah oksigen dan silikon. Aluminium yang ada didalam bumi sekitar 7,6%. Selain itu, aluminium merupakan logam ringan yang digunakan sebagai bahan baku material teknik karena memiliki beberapa sifat penting yang dimilikinya, sifat-sifat penting yang terdapat pada aluminium yaitu sifat ketahanan korosi serta hantaran listrik yang sangat baik dengan sifat-sifat lainnya yang dimiliki logam [2].

B. Bagasse ash

Bagasse ash atau abu ampas tebu adalah campuran dari senyawa kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu.

Ampas tersebut merupakan hasil limbah buangan yang berasal dari proses pembuatan gula [7].

C. Alumina

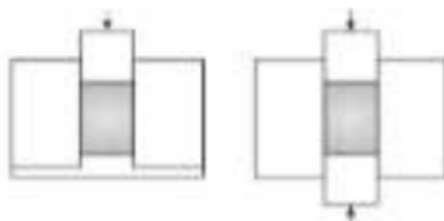
Alumina merupakan senyawa aluminium dan oksida, dengan rumus kimia Al_2O_3 , merupakan komponen yang paling banyak digunakan dalam berbagai bahan. Metalurgi, industri kimia, otomotif, industri kosmetik [8].

Mesin *ball mill* merupakan mesin yang digunakan untuk mencampurkan serta menghancurkan bahan material menjadi partikel-partikel yang lebih kecil atau halus [4].

Metalurgi serbuk merupakan keilmuan yang membahas tentang metalurgi fisik serta teknologi manufaktur (fabrikasi) yang membuat suatu material atau komponen yang dihasilkan dari proses teknologi manufaktur konvensional seperti *casting*, *forging*, dan *cutting* [3]. Metode metalurgi serbuk memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode lainnya sehingga pembuatan komposit menggunakan metode ini semakin populer [11]. Dalam metalurgi serbuk, proses kompaksi dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu kompaksi panas dan kompaksi dingin [13].

Adapun langkah-langkah pada metalurgi serbuk adalah sebagai berikut:

- *Mixing* (pencampuran serbuk)
Pencampuran serbuk merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mencampurkan material logam dengan material yang lain, agar mendapatkan sifat fisik atau mekanik yang jauh lebih [14].
- Kompaksi
Kompaksi merupakan proses yang dilakukan untuk memadatkan serbuk agar dapat dibentuk menjadi suatu produk yang diinginkan sesuai dengan cetakan yang digunakan. Kompaksi ini di bagi menjadi dua kompaksi panas dan kompaksi dingin [12].



(a) *Single Punch* (b) *Double Punch*
Gambar 1. Proses Penekanan Satu Arah Dan Dua Arah [5].

- *Sintering*
Sintering merupakan suatu proses pemanasan pada material komposit yang dilakukan pada temperatur dibawah titik cair serbuk material yang digunakan dan waktu pemanasan pada setiap jenis logam berbeda-beda [3].

Pengujian Komposit meliputi dua pengujian:

A. Uji Densitas

Densitas merupakan sifat yang sangat penting yang dimiliki suatu zat yaitu kerapatan atau massa jenis yang disebut dengan istilah densitas, perbandingan rapat massa (*mass density*) suatu zat ialah massa per satuan volume.

B. Uji Kekerasan

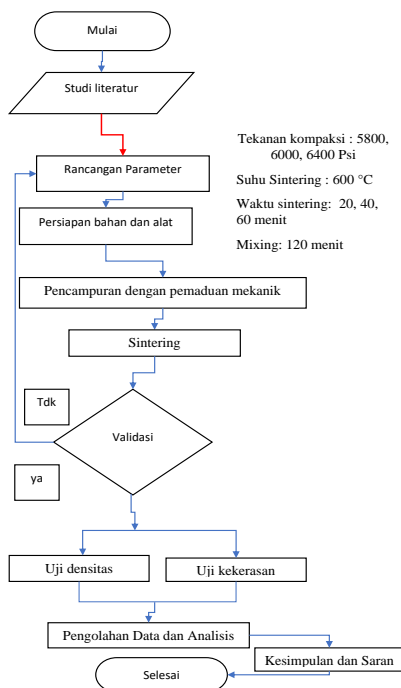
Kekerasan merupakan sifat ketahanan suatu material terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras.

Penekanan tersebut berupa indentasi dari material keras terhadap suatu permukaan benda uji.

Kampas rem adalah komponen yang memiliki fungsi mengurangi kecepatan serta menghentikan kendaraan. Pada umumnya kendaraan mempunyai kecepatan yang tinggi. Oleh karena itu komponen kampas rem harus dibuat menggunakan material yang memiliki kemampuan yang sangat baik serta efisien agar memperoleh pengereman yang optimal, kekerasan standar kampas rem motor komposit yaitu sebesar 68-105 (BHN) [6].

2. METODE PENELITIAN

Gambar 2 merupakan diagram alir yang menggambarkan proses penelitian ini



Gambar 2. Diagram Alir

Studi literatur ini sangat diperlukan pada proses penelitian karena sebagai pendukung untuk mengidentifikasi dan mempelajari dasar-dasar teori.

Pada proses penelitian ini menggunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

Bahan yang digunakan yaitu:

- Serbuk Aluminium dengan kandungan 83,4% Al, 10,06% Si, 2,67% Cu, dan 3,87% unsur lain.
- Serbuk *Bagasse ash* dengan kandungan 61,0% Si, 16,7% Ca, dan unsur lain 22,24%
- Serbuk Alumina dengan kandungan 14,4% SiO₂, 50,8% K₂O, 14,3% CaO, dan unsur lain 20,59%.

Peralatan yang digunakan yaitu: Timbangan digital alat untuk menimbang serbuk, *ball mill machine* alat untuk mencampurkan serbuk, mesin press hidrolik, mesin ini untuk memadatkan serbuk, cetakan alat ini untuk membentuk serbuk yang di padatkan, bentuk alatnya sesuai dengan Gambar 3, *thermocouple* alat ini untuk memanaskan serbuk pada proses cetak, alat pengukur suhu (*thermogun*) alat ini untuk digunakan mengukur suhu, oven/*furnace* alat untuk memanaskan setelah di kompaksi. gelas ukur untuk menampung air untuk pada uji densitas, alat uji kekerasan portable alat uji ini untuk melihat tingkat kekerasan Sempel, alat uji densitas alat uji ini untuk mengetahui berat sampel pada di dalam air.



Gambar 3. Cetakan

Berikut ini adalah jalannya prosedur penelitian, dijelaskan sebagai Pengikut:

1. Lakukan proses mixing
Lakukan pencampuran bubuk aluminium daur ulang, bubuk alumina dan bubuk bagasse ahs menggunakan paduan mekanis.
2. Kompaksi panas
Lalu lakukan proses kompaksi untuk memadatkan bubuk digunakan.
3. Proses sintering
Setelah itu lakukan proses sintering untuk membuat ikatan antar partikel bubuk meningkat.

Dalam prosedur ini, validasi spesimen dilakukan dengan cara melihatnya secara visual jika pola yang telah dibuat memiliki cacat seperti bentuk yang tidak beraturan sempurna (terkikis), retak dan pecah. Jika sampel telah dibuat dalam keadaan layak uji segera memasuki tahap percobaan, tetapi jika Sampel memiliki kesalahan dan tidak

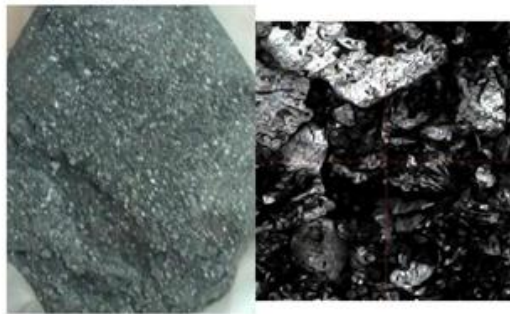
seperti yang diharapkan, lalu keluarkan proses cetak ulang sampel dari tahap awal.

Uji densitas dilakukan dengan mengukur berat sampel dengan neraca digital untuk mendapatkan massa sampel. Proses pengujian ini dilakukan dengan menimbang sampel sebelum memasukkannya ke dalam air atau kering dan sampel ditempatkan dalam air atau basah. Pengujian densitas dilakukan dengan Mengacu pada hukum Archimedes dengan standar ASTM B962-17 [15].

Untuk mendapatkan nilai kekerasan dari sampel yang dicetak Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan pada spesimen. Pengujian kekerasan digunakan uji kekerasan Brinell portable serta mengacu pada ASTM E110-14 [16].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pencampuran menggunakan metode *Mechanical Alloying* selama 2 jam di tunjukkan pada Gambar 4.

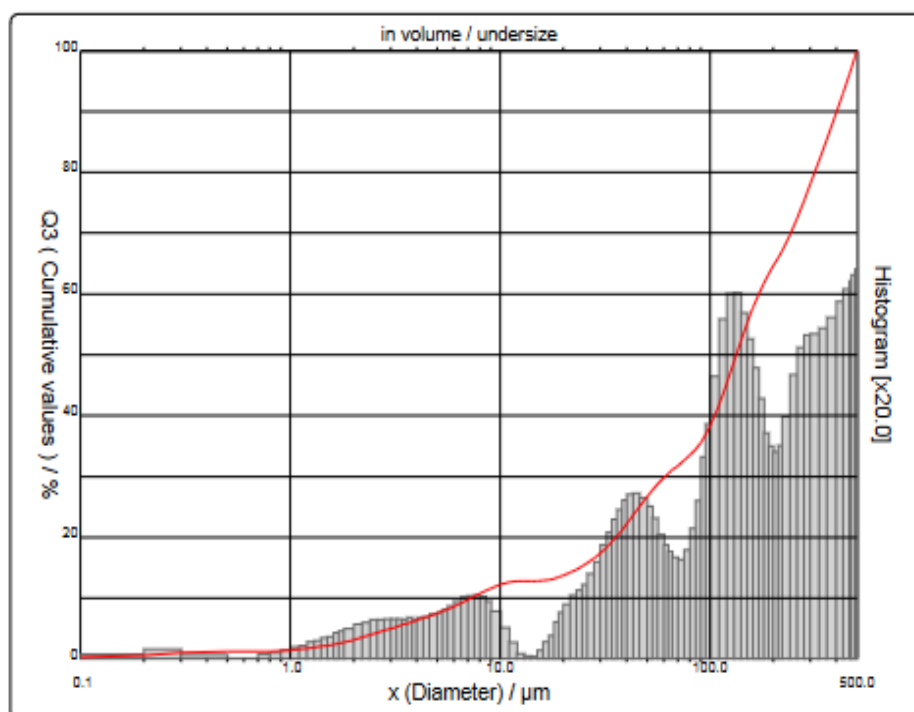


(a) Serbuk *mixing* (b) Serbuk *mixing* di *microscope*

Gambar 4. Hasil *mixing* selama 2 jam

Gambar 4 tersebut menunjukkan bahwa hasil pencampuran dengan metode MA akan lebih homogen. Gambar 4b menunjukkan pengelasan dingin yang terjadi antara matrik aluminium dan penguat hybrid, yang menyebabkan pembentukan ikatan interlocking selama proses sintering.

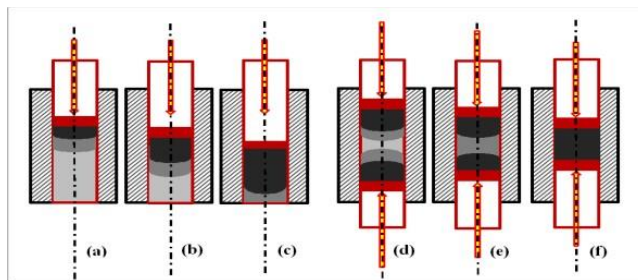
Berdasarkan hasil uji Particle Analyzer (PSA) merk Cilas1090 Dry yang dilakukan di laboratorium FMIPA-KIMIA Universitas Brawijaya, diperoleh nilai rata-rata untuk ukuran distribusi 10-gram serbuk adalah D50: 171,71 μ m. Melalui hasil tes dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Sebaran Serbuk D50:149.70 Dengan Pengujian Psa

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berbentuk cincin yang diameter luar 50 mm, diameter dalam 20 mm dengan ketinggian sample 8 mm dan berat

35 gram. Proses kompaksi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan proses kompaksi dua arah seperti pada Gambar 6.

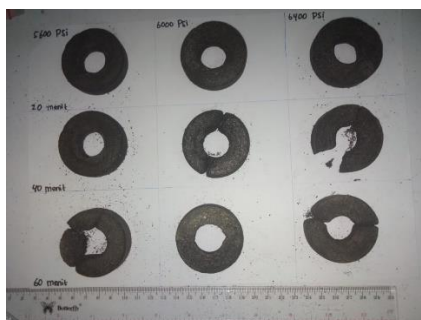


Gambar 6. Ilustrasi Kompaksi Proses: satu arah (a), (b), dan (c), dua arah (d), (e), dan (f) [10]

Berdasarkan Gambar 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa proses penekanan kompaksi dua arah lebih baik dibandingkan dengan kompaksi satu arah. Hal ini dikarenakan pada proses penekanan kompaksi dua arah bidang yang paling rapuh terletak pada bagian tengah sampel,

sedangkan yang paling kuat terletak pada permukaan sampel.

Sampel yang dihasilkan dari proses kompaksi sebanyak 9 sampel seperti pada gambar 7, dengan masing-masing 3 sampel untuk fraksi tekanan, 5600Psi, 6000Psi, dan 6400Psi, serta waktu tekanan 15 menit.

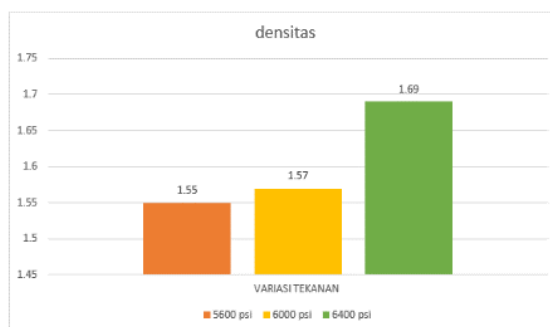


Gambar 7 Sampel Hasil Uji Kompaksi Dua Arah

3.1 Hasil Uji Densitas

Pengujian densitas yang mengacu pada standar ASTM B962-17 yang dilakukan

pada 9 sampel dapat dilihat pada Gambar 8, merupakan hasil uji densitas.

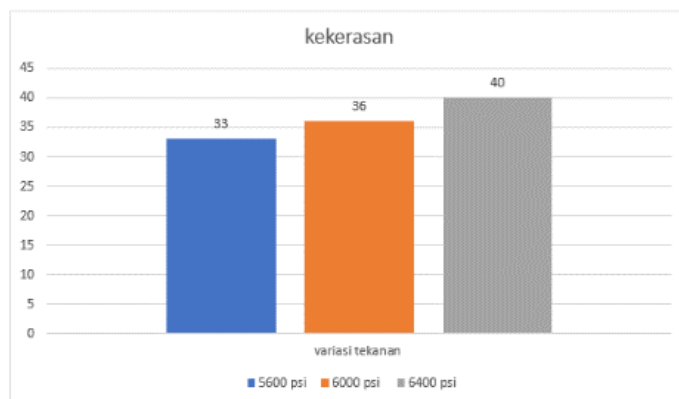


Gambr 8. Grafik Hasil Uji Densitas

Dari Gambar 8 grafik diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi tekanan yang digunakan maka semakin tinggi nilai densitasnya.

3.2 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan yang mengacu pada standar ASTM E110-14 yang dilakukan pada 9 sampel dapat dilihat pada Gambar 9.

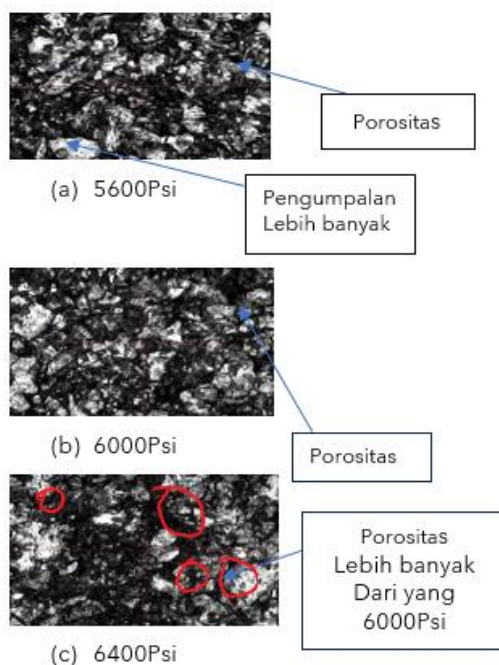


Gambar 9. Grafik hasil uji kekerasn

Dari Gambar 9 grafik dapat ditarik kesimpulan bahwa tinggi tekanan kopaksinya digunakan maka semakin tinggi nilai kekerasannya.

3.3 Hasil Uji Digital *Microscope*

Pengujian digital *microscope* yang mengacu pada setandar *microscope* bisa dilahat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil uji *microscope*

Bedasarkan gambar diatas dengan pembesarn 50X-1600X kerapatan yang paling rapat di tunjukan pada gambar b (6000Psi).

4. SIMPULAN

Berdasarkan data yang telah didapatkan pada pengujian sebelumnya bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan kompaksinya yang digunakan maka tingkat kekerasannya akan semakin tinggi yaitu 40 HB pada fraksi tekana kompaksi 6400Psi, demikian juga dengan nilai densitas yang tertinggi terdapat pada fraksi tekanan kompaksi 6400Psi dengan nilai 1,69gr/mm³, tapi rapuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Garg, P., Gupta, V., & Yadav, S. (2019). Optimization of Friction Materials for Automotive Brake System: A Review.
- [2]. Krevelen, "Properties of Polymers, Their Correlation with Chemical Structure, Their Numerical Estimated and Prediction from Additional Group Contributions". Threed Edition. Elsevier Science B. V. Amsterdam. 59 Nederlands," 1994.
- [3]. R. Suprpto, W & Soenoko, "Teknologi Metalurgi Serbuk," Pena Mas Publ., vol. 192, p.10, 2015.
- [4] M. Ramadhan, "Pengaruh Waktu Penggilingan Material Alumunium terhadap Bulir yang Dihasilkan dengan MenggunakanMesin Bola Penghancur/Ball Milling," Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara, pp. 1-56, 2019.
- [5] M. Milani, "Optimization of the pressing process of triangular shaped cutting tool Inserts," Master Thesis Mech. Eng., 2016.
- [6] M. Syahid, "Analisa Sifat MekanikPolimer Matriks Komposit Berpengut Fly Ash Batubara Sebagai Kampas Rem," Univ. Hasanudin Makassar, 2011
- [7]. Hanun, J. N., Setiawan, A., & Afiuddin, A. E. (2019). Karakteristisasi Limbah Bagasse Ash Pabrik Gula sebagai Alternatif Bahan Dasar Zeolit Sintesis. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, 22(3), 71-75
- [8] Hudson, L. K., Misra, C., Perrotta, J., Anthony J., Wefers, K., and Williams, F. S. (2002). Aluminum Oxide.Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim.Vol. 10, pp. 557.
- [9] Z. Liu and K. Wu, "Introduction to Aluminum-Silicon Casting Alloys," SpringerBriefs Comput. Sci., vol. 2, pp. 1-9, 2021, doi: 10.1007/978-981-16-2241-0_1.
- [10] E.Ricky, "Proses Metalurgi Serbuk Pada Fabrikasi Komposit Matarik Alumunium Diperkuat Pasir Silika Taling", Infotekmesin, pp. 265-272
- [11] Sukanto, W. Suprato, R. Soenoko, and Y. S. Irwan, "THE EFFECT OF MILLING TIME ON THE ALUMINA PHASE TRANSFORMATION IN THE AMCs POWDER METALLURGY REINFOCED BY SILICA-SANDTAILINGS," *EUREKA, Phys, Eng.*, no 1, pp. 103-117, 2022.
- [12] I. A. Wahyudie, "Practice Improvent Ed T Riage P Rocess I Mprovement: T Imely," *J. Southwest Jiaotong Univ.* , vol. 56, no 44, 2021.
- [13] Sukanto, R. Soenoko, W. Suprpto, and Y. S. Irawan, "Characterizatio of aluminium matrix composite of Al-ZnSiFeCuMg alloy reinforced with silica sand tailings particles," *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 7094-7108, 2020, doi: 10.15282/jmes.14.3.2020.11.0556
- [14] M. Asep, " Pembuatan Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Pasir Silika Tailing Timah Dengan Metode Metalurgi Serbuk ", *Skripsi Politek. Manufaktur bangsa belitung*, pp. 1-88, 2022.
- [15] ASTM International, "Standard Test Methods for Density of Compacted or Sintered Powder Metallurgy (PM) Products Using Archimedes' Principle," *Astm B962-17*, vol. I, pp. 1-7, 2017, doi: 10.1520/B0962-17.2.
- [16] E110-14, "Standard Test Method for Rockwell and Brinell Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers," *ASTM B. Stand.*, pp. 1-5, 2014, doi: 10.1520/E0110-14.2.