

## **Kajian Komposit Matrik Aluminium Pada Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Diperkuat Alumina Hybrid (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/RHA/BA) Dengan Metode Metalurgi Serbuk**

**Adhe fajarul Rahman, Rodika, Abdul Budi, Sukanto\***

<sup>1)</sup> Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung  
Kawasan Industri Airkantung Sungailiat Bangka-33211- Telepon (0717) 93586

\*Corresponding author: [sukanto@polman-babel.ac.id](mailto:sukanto@polman-babel.ac.id)

Revisi 03 November 2024; Diterima 30 November 2024.; publikasi Online 30 Desember 2024

---

**Abstrak.** Saat ini penggunaan bahan asbes memicu kematian global mencapai 225.000 jiwa per tahun. Untuk saat ini kampas rem non-asbestos sudah di kembangkan dari tahun 2000-an. Kampas rem adalah komponen kendaraan bermotor yang berguna untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Matrik pada penelitian ini digunakan serbuk aluminium yang mempunyai ukuran Particle Size Analyzer yaitu D50: 171.37  $\mu\text{m}$ . perbandingan 93% Al dan 7% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,RHA,BA), 90% Al dan 10% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,RHA,BA), 87% Al dan 13% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, RHA, BA) dengan berat setiap sampel adalah 35-40 gram. Dan penguat yang di gunakan pada penelitian ini yaitu alumina hybrid, abu sekam padi (RHA) dan abu ampas tebu (BA).Sampel yang di lakukan penelitian berbentuk sebuah cincin yang mempunyai diameter dalam 20 mm dan untuk diameter luarnya yaitu 50 mm, dan di cetak sebanyak 27 sampel dari hasil perhitungan full factorial dengan 2 faktor dan 3 level, dengan faktor presetase untuk penguat yaitu 3 level, ( 7%, 10%, 13% ) dan di ikutin dengan tekanan kompaksi sebesar 6000 Psi. Nilai uji kekerasan dan densitas terendah yang di dapatkan pada tekanan kompaksi panas sebesar 6000 Psi dengan presentase penguat 7%, 10%, 13% yakni 1,760 g/cm<sup>3</sup> dan 46,33 HB. Dan untuk Nilai uji kekerasan dan densitas tertinggi yang di dapatkan pada tekanan kompaksi panas sebesar 6000 Psi dengan presentase penguat 7%, 10%, 13% yakni 2,065 g/cm<sup>3</sup> dan 72,66 HB.

**Kata kunci :** metalurgi serbuk, asbestos, kampas rem, alumina hybrid, abu sekam padi , abu ampas tebu.

---

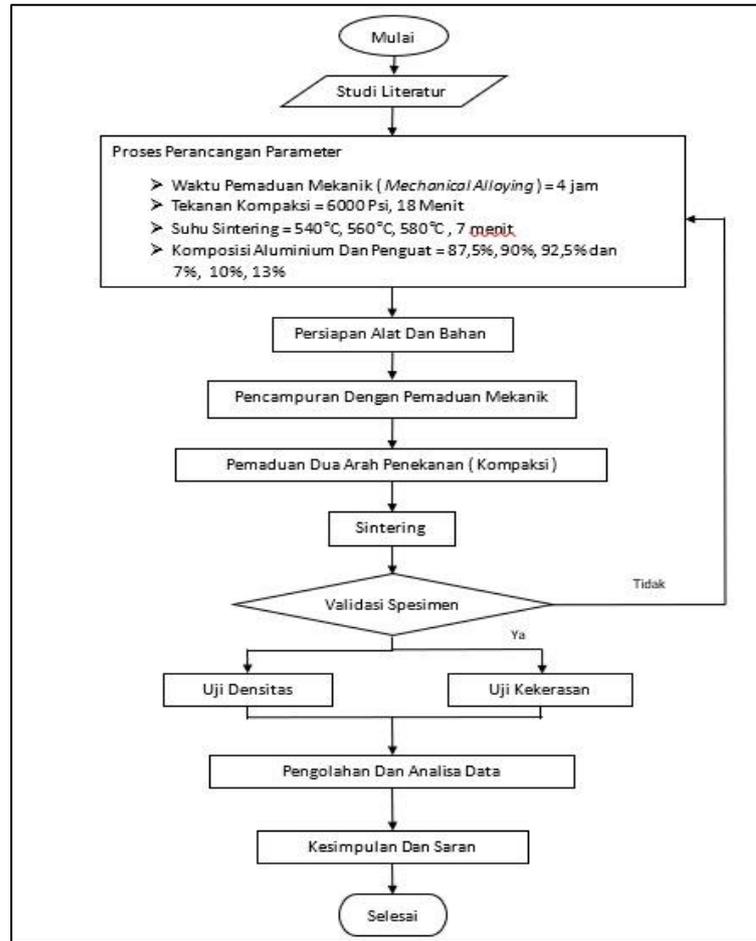
### **1. Pendahuluan**

Dunia industri telah mengalami perkembangan yang pesat untuk memenuhi kebutuhan teknologi modern pada akhir-akhir ini. Tren saat ini material yang digunakan untuk komponen alat transportasi dituntut memiliki sifat ringan tetapi memiliki sifat mekanik yang baik salah satunya rem gesek. Oleh karena itu, komponen rem gesek ini harus tahan gesekan (tidak mudah aus), tahan panas, dan tidak mudah berubah bentuk saat bekerja pada temperatur tinggi [1]. Untuk saat ini penggunaan dari bahan asbes menunjukkan kematian akibat asbes secara glonal mencapai hingga 225.000 jiwa per tahun [2]. Untuk saat ini kampas rem non-asbestos sudah di kembangkan dari tahun 2000-an sampai saat ini [3]. Bahan komposisi asbestos saat ini masih menggunakan sebagian besar untuk 60% pembuatan kampas, dan mereka juga biasanya dicampur dengan bahan lain seperti resin, filler, serpihan logam, karet sintetis, dan keramik [4]. Aluminium mempunyai sifat yang sangat menguntungkan yaitu ringan tahan korosi sehingga dapat digunakan hampir di segala lingkungan seperti di lingkungan atmosfer, air (termasuk air garam), minyak dan banyak zat kimia lainnya [5]. Alumina adalah hasil dari anodasi yang bersifat amorf, namun dalam beberapa proses oksidasi Sebagian besar menghasilkan AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam bentuk kristalin yang dapat meningkatkan kekerasannya [6].Alumina mengandung maksimum berturut-turut 0.03% SiO<sub>2</sub>, 0.03% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.005% TiO<sub>2</sub>, 0.600%Na<sub>2</sub>O, 0.060%CaO dan minimum 98.4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [7]. Limbah abu sekam padi yang sangat banyak belum di dimanfaatkan dengan baik oleh Masyarakat [8]. Menurut Utomo & Yunita (2014), hampir seluruh limbah sekam padi yang diproduksi di negara ASEAN dibuang atau terbuang begitu saja[10]. Abu Ampas Tebu adalah limbah yang sudah di proses dengan cara di giling untuk memisahkan saripati air dengan ampas tebunya [9]. Ampas tebu (*bagasse ash*) ini adalah limbah gula tebu yang mengandung serat lignin, selulosa

dan hemiselulosa yang merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tanaman tebu[11]. umumnya ampas tebu mengandung 52,67% air, karbon organik 55,89%, total nitrogen 0,25%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,16% dan K<sub>2</sub>O 0,38%. Ketika ampas tebu ini dibakar dalam kondisi yang terkontrol, abu juga memiliki silika amorf. Setelah ampas tebu dikonversi menjadi abu, kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) menjadi 64,65% [12].

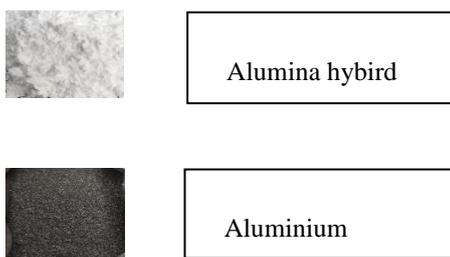
**2. Metode**

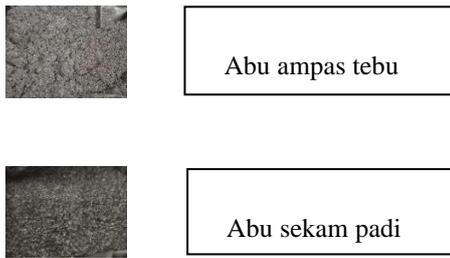
Studi Litelatur dan Perancangan Parameter



Gambar 1. Parameter yang di gunakan pada penelitian ini

Matrik pada penelitian ini yakni menggunakan serbuk aluminium yang mempunyai ukuran PSA (*particle size analyzer*) yaitu D50: 171.37 μm. perbandingan 93% Al dan 7% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,RHA,BA), 90% Al dan 10% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>RHA,BA), 87% Al dan 13% (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,RHA,BA) dengan berat setiap sampel adalah 35-40 gram. Dan penguat yang di gunakan pada penelitian ini yaitu alumina hybrid, abu sekam padi (RHA) dan abu ampas tebu (BA). Berikut adalah bahan campuran yang di gunakan pada penelitian ini yang di tunjukkan pada gambar 2.





Gambar 2. Serbuk Matrik dan penguat

### Persiapan Alat dan Bahan

Pembuatan sampel penelitian dilakukan di bengkel lapalo di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Kemudian, uji densitas dan kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penelitian ini menggunakan bahan dan peralatan sebagai berikut:

Bahan yang digunakan yaitu:

- Serbuk Aluminium dengan kandungan 83,4% Al, 10,06% Si, 2,67% Cu, dan 3,87% unsur lain.
- ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*Hydrogen*) 6,5 %, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5 %.
- Serbuk *Rice Husk Ash* dengan kandungan 82,7 % Si, 2,97% K, dan 4,74% Ca, dan 9,59% unsur lain.

Peralatan yang digunakan yaitu:

- Timbangan digital.
- *Ball mill machine*.
- Mesin press hidrolik dua arah.
- Cetakan.
- *Thermocouple*.
- Oven.
- Gelas ukur.
- Alat uji kekerasan portable.
- Alat uji densitas.

### Pencampuran dengan Pemaduan Mekanik (*mechanical alloying*)

Metode pemaduan mekanik digunakan untuk menggabungkan serbuk aluminium daur ulang, alumina hybrid, *bagasse ash* dan serbuk *rice husk ash*. Parameter yang digunakan seperti rasio berat bola (BPR) 10:1, kecepatan mesin 90 Rpm, dengan waktu pencampuran selama 4 jam. Dalam studi ini, menggunakan campuran serbuk dengan perbandingan Al 93% : 7% , Al 90% : 10%, dan Al 87% : 13% dengan setiap sampel memiliki berat 40 gram. Pencampuran serbuk antara aluminium, *alumina hybrid*, *bagasse ash* dan *rice husk ash* dilakukan satu kali pencampuran yang memiliki berat 40 gram, dan proses penimbangan serbuk dilakukan dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,01. Kemudian, setelah selesai melakukan proses penimbangan serbuk tersebut di masukkan kedalam tabung di mesin *ball mill horizontal* untuk melakukan proses pencampuran. Mesin ini memiliki bola-bola kecil berdiameter 30 mm dan 25 mm dengan berat masing-masing bola yaitu 111,18 gram dan 65,96 gram. Kekerasan rata-rata bola tersebut adalah 61 HRC dan 58,2 HRC.

### Pemadatan dan Penekanan Dua Arah

Pada tahap selanjutnya ketika proses pencampuran selesai yaitu melakukan pemadatan dan penekanan dua arah dengan menggunakan mesin press hidrolik yang sudah di siapkan yang sudah dilengkapi dengan hidrolik atas dan bawah yang di lengkapi dengan pressure gauge untuk membaca tekanan yang di berikan. Dengan menggunakan tekanan dua arah yang mempunyai keunggulan yang lebih merata antara permukaan atas dan bawah. Metode kompaksi panas dilakukan dengan cara ketika proses penekanan diterapkan terhadap sampel juga dilakukan bersamaan dengan proses pemanasan

serbuk [13]. untuk cetakannya sendiri berbentuk cincin yang mempunyai diameter dalam 20 mm dan diameter luar 50 mm. Setelah itu cetakan di masukkan di mesin kompaksi panas , dan masukkan cetakan yang berbentuk cincin tersebut ke dalam mesin kompaksi panas , untuk penekanannya sendiri di bantu dengan besi bulat yang di letakkan di atas cetakan Selanjutnya, pada tekanan kompaksi panas lakukan penekanan dari bagian atas dan bawah dengan besar tekanan yang di berikan adalah 6000 Psi dan ditahan dengan waktu 18 menit. Proses kompaksi panas berlangsung pada suhu 350°C pada cetakan.

### Validasi Spesimen

Pada langkah ini, bahan uji diperiksa secara visual untuk memastikan bahwa sampel yang dibuat telah memenuhi persyaratan, seperti bentuk yang tidak sempurna (cacat), retak, atau pecah. Jika sampel masih memiliki kekurangan, maka sampel akan dicetak ulang dengan bahan dan peralatan yang telah disiapkan sesuai dengan diagram alir yang telah disusun.

### Sintering (Pemanasan)

Tujuan dari proses sintering adalah untuk meningkatkan ikatan antar partikel pada serbuk. Saat proses dijalankan, sampel yang telah diverifikasi dimasukkan ke dalam oven. Dalam proses pemanasan, sampel diberikan suhu 540°C, 560°C, dan 580°C serta waktu tahan selama 7 menit. Setelah proses sintering selesai, sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruangan.

### Uji Densitas



Gambar 3. Proses pengujian densitas

Untuk menguji densitas, sampel ditimbang sebelum dimasukkan ke dalam air atau dalam keadaan kering dan setelahnya. Timbangan digital digunakan untuk menghitung massa sampel dan membandingkannya dengan massa sampel dalam keadaan basah dan kering. Uji densitas dilakukan sesuai dengan standar ASTM B962-17.

### Uji Kekerasan



Gambar 4. Proses pengujian kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan perangkat uji kekerasan portable yang memiliki beban tekanan sebesar 2 kg dan menggunakan indentor bola dengan diameter 2 mm. Alat uji ini dipilih karena cukup sederhana dan hasil uji kekerasan dapat langsung dibaca pada layar alat uji portable serta nilai yang tertera dapat langsung dicatat. Proses pengujian kekerasan mengikuti standar ASTM E110-14.

**3. Hasil dan Diskusi**

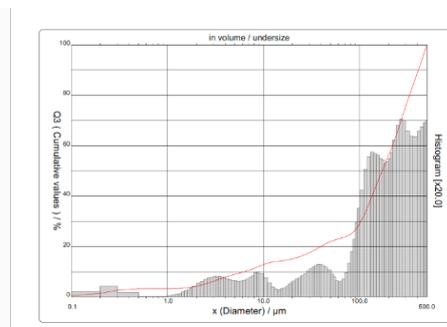
Pada saat terjadi proses pencampuran mekanik, terjadi proses penggerusan secara simultan. Waktu yang di habiskan untuk pencampuran selama 4 jam dan metode ini dapat menghasilkan campuran dengan ukuran butir serbuk yang akan lebih kecil sebelum di lakukan pencampuran.



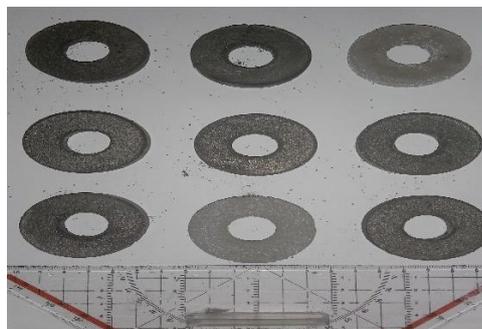
Gambar 5. Hasil pencampuran dengan metode Mechanical Alloying selama 4 jam,

Berdasarkan gambar tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode *mechanical alloying* hasil pencampurannya akan lebih homogen. Pengelasan dingin yang terjadi antara matrik aluminium dengan penguat hybrid ditunjukkan pada gambar 1 pembesarrannya, sehingga akan membentuk ikatan *interlocking* saat dilakukan pada proses sintering. Menurut hasil pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) merk cilas1090 Dry yang dilakukan di laboratorium FMIPA-KIMIA, Universitas Brawijaya bahwa ukuran distribusi serbuk sebanyak 10 gram didapatkan rata-rata D50:171.37  $\mu\text{m}$ . Dengan hasil pengujian bisa dilihat di gambar 2 dibawah ini.

Sampel yang di gunakan pada penelitian ini mempunyai diameter dalam 20 mm dan diameter luar 50 mm dan memiliki tinggi 8 mm – 9 mm dengan berat 40 gram . 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 .



Gambar 6. Grafik sebaran serbuk D50: 71.37 menggunakan particle size analyzer

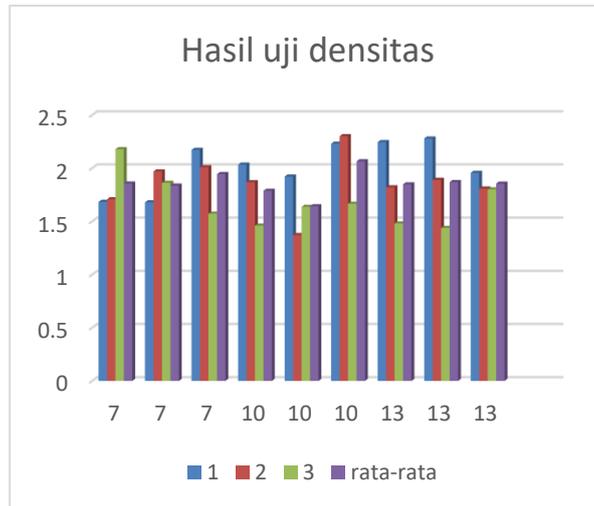


Gambar 7. Hasil hasil kompaksi panas dengan dua arah

Sampel yang dihasilkan dari proses kompaksi sebanyak 27 sampel seperti pada Gambar 7. dibawah ini, dengan masing- masing 9 sampel untuk fraksi volume 93%, 90%, dan 87% serta tekanan kompaksi yang digunakan sebesar 6000 Psi.

**Hasil Uji Densitas**

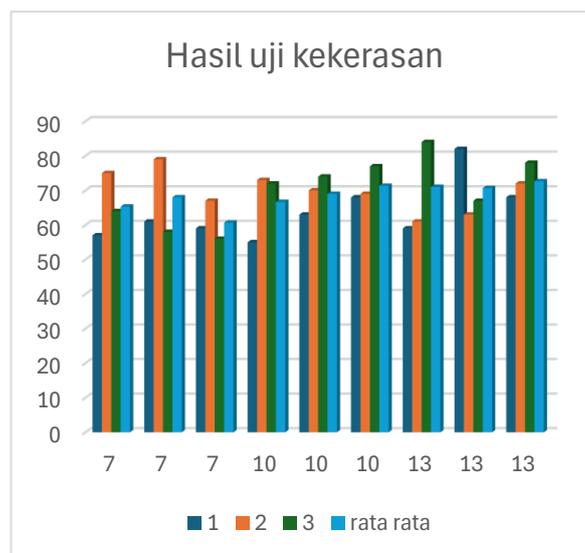
Pengujian densitas yang mengacu pada standar ASTM B962-17 yang dilakukan pada 9 sampel dapat dilihat pada Gambar 4.dibawah ini. Dari gambar grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak matrik aluminium yang digunakan makasemakin tinggi nilai densitasnya.



Gambar 8. Grafik pengaruh perbedaanfraksi volume terhadap nilai densitas komposit matrik

**Hasil Uji Kekerasan**

Pengujian kekerasan yang mengacu padastandar ASTM E110-14 yang dilakukan pada 9 sampel dapat dilihat pada gambar 5 dibawahini. Dari gambar grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak matrik aluminium yang digunakan maka semakin tinggi nilai densitasnya.



Gambar 9. Grafik pengaruh perbedaanfraksi volume terhadap nilai kekerasan komposit matrik

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa yang telah di lakukan, hal yang mempengaruhi pada hasil uji densitas dan kekerasan yakni presentase penguat dan kompaksi panas, jika semakin tinggi tekanan kompaksi panas dan presentase penguat yang di berikan maka nilai juga akan meningkat. Nilai uji kekerasan dan densitas terendah yang di dapatkan pada tekanan kompaksi panas sebesar 6000 Psi dengan presentase penguat 7%, 10%, 13% yakni 1,760 g/cm<sup>3</sup> dan 46,33 HB. Dan untuk Nilai uji kekerasan dan densitas tertinggi yang di dapatkan pada tekanan kompaksi panas sebesar 6000 Psi dengan presentase penguat 7%, 10%, 13% yakni 2,065 g/cm<sup>3</sup> dan 72,66 HB. dikarenakan pencampuran serbuk matrik dengan serbuk penguat yang kurang homogen sehingga terjadi penggumpalan, yang mengakibatkan ikatan antar muka *interlocking* serbuk matrik dengan serbuk penguat tidak maksimum atau lemah.

#### Daftar Pustaka

- [1] Muhammad Ngafifi (2014). Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya, <http://jurnal.uny.ac.id/index.php/jppfa/inde>
- [2] Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan [Online], diakses pada 2 november 2024, [http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail\\_news&newsid=425](http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=425).
- [3]. Mastariyanto Perdana, Meiki Eru Putra, Akmal, Hengki Putra, Murfid Al Ikram, Ardhy Meidianda “ karakteristik komposit cangkang kelapa sawit/alumina/epoksi/ sebagai material kampas rem sepeda motor”. Vol. 13, No. 1, April 2023. <https://jtm.itp.ac.id/index.php/jtm>
- [4]. Dylan, A., Sugiyarto, S., Wanto, A., Budi, A., & Sukanto, S. (2023). THE Pembuatan Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Silicon Carbida Dan Rice Husk Ash Dengan Metode Metalurgi Serbuk. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 10(02), 61-68. [6]. Budha maryanti, Muhammad Anggun Tri Anggono,” studi eksperimental keausan kampas rem komposit serat kulit durian dan serbuk aluminium dengan resin vinylester”, Vol. 24, No. 2, Bulan November Tahun 2020, <file:///C:/Users/PCR/Downloads/1015-Article%20Text-3296-1-10-20210507.pdf>
- [5]. Lazza habibul haq dan Sri Mulyo Bondan Respati, “Pengaruh Kandungan Alumina Pada Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Komposit Dengan Metode Penegcoran Squeeze Terhadap Uji Tarik Dan Uji Mikro, Vol. 13, No. 2, Oktober 2017, Hal. 30-35, <file:///C:/Users/PCR/Downloads/2033-4024-1-SM.pdf>
- [6]. I.D.G Ary Subagia, IK Adi Atmika, NPG Suardana, Robby GDS, Seteven FS,” Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Kekerasan dan Keausan Kampas Rem Berbasis Komposit Hibrida Serbuk Tempurung”, <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jem>.
- [7]. Idham kholid and Syahbuddin, “ ketahanan gesek kampas rem cakram sepeda motor berpenguan abu sekam padi”.vol 12 no 2 (2022), <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v12i2.3615>
- [8]. Indah Listiana, Rinaldi Bursanb, RAD Widyastutic, Ali Rahmatc, Habibullah Jimadd, “pemanfaatan limbah sekam padi dalam pembuatan arang sekam padi”.Vol.3,No,1:April-September2021. <http://ojs.itb-ad.ac.id/index.php/IK>
- [9]. Yulia Anggreni, Sugiyarto, Achmad Rusdy, Ilham Ary Wahyudie, Rodika , Yudi Oktriadi,Sukanto, “pembuatan Komposit AMC Hybird Baggase Ashdan Alumina Metalurgi Serbuk”, Volume 8, No 2, Desember 2023, <file:///C:/Users/PCR/Downloads/7034-19513-2-PB-1.pdf>
- [10]. Rini setiati,Deana Wahyuningrum, Septorato Siregar, Taufa Marhaendrajana, “ optimasi Pemisahan Lignin ampas tebu dengan menggunakan Natrium Hidroksida”. Vol 4, No.2, Juli 2016,<https://www.researchgate.net/profile/Taufan-Marhaendrajana-2/publication/322155861>.
- [11]. Jihan Nabilah Hanun,Adhi setiawan, Ahmad ErlanAfiuddin.” Karakteristisasi Limbah Bagasse Ash Pabrik Gula sebagai Alternatif?. ISSN No. 2623 – 1727, <file:///C:/Users/PCR/Downloads/1218-Article%20Text-3498-1-10-20191210.pdf>

- [12]. Sukanto, W. Suprpto, R. Soenoko and Y.S. Irawan, “ THE EFFECT OF MILLING TIME ON THE ALUMINA PHASE TRANSFORMATION IN THE AMCs POWDER METALURGY REINFORCED BY SILICA-SAND-REINFORCED BY SILICA-SAND- TAILINGS,” *EUREKA, phys.eng.*, no 1,pp. 103-117,2022,doi: <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1902>
- [13]. Ricky irwansyah, Rodika Rodika, Agus wanto, Mego wahyudi, Sukanto wiryono, “ Pengaruh Pemasatan Dua-arah penekanan terhadap densitas dan kekerasan AMC Diperkuat Serbuk Silikon Dioksida” *Vol. 14 No. 2 (2023): Infotekmesin: Juli, 2023* , <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1902>