



Studi Pemanfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa dan Serat Bambu untuk Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor

Muhammad Cahya Wicaksana¹, Xander Salahudin², Fuad Hilmy³

¹⁻³ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Indonesia

*Penulis Korespondensi: Cahyawicaksana30@students.untidar.ac.id

Abstract. *The manufacturing industry in Indonesia has experienced significant growth. This increase has also impacted the demand for motorcycle spare parts. Currently, brake pads are composed of asbestos, which makes them prone to overheating and failure when reaching high friction temperatures. Therefore, an alternative brake pad material is an organic material mixed with coconut shell powder and bamboo fiber. This study aims to analyze the wear and hardness levels of motorcycle brake pads made from coconut shell powder and bamboo fiber. The study used varying ratios of coconut shell powder, bamboo fiber, and epoxy resin: 40:30:30, 35:35:30, and 30:40:30. Eighteen specimens were tested. Wear testing was performed using an Ogoshi Wear Tester, while hardness testing was performed using a Brinell hardness tester. The test results showed that the smallest wear rate on brake pads with variations of 40% coconut shell powder, 30% bamboo fiber and 30% epoxy resin was 0.001107984 mm³/kg.m. The highest hardness level was also in the variation of 40% coconut shell powder, 30% bamboo fiber and 30% epoxy resin at 63,0024 kg/mm². So it can be concluded that the greater the percentage of coconut shell powder and the smaller the percentage of bamboo fiber, the lower the wear rate. If the greater the percentage of coconut shell powder and the smaller the percentage of bamboo fiber, the higher the hardness level. So it can be concluded that a good brake pad variation is a variation of 40% coconut shell powder, 30% bamboo fiber and 30% epoxy resin.*

Keywords: *Bamboo Fiber; Brake Pad Wear; Brake Pads; Brinell Hardness; Coconut Shell Powder.*

Abstrak. *Pertumbuhan industri manufaktur di Indonesia mengalami kenaikan yang signifikan. Kenaikan ini turut mempengaruhi permintaan suku cadang sepeda motor. Saat ini komposisi dari kampas rem menggunakan bahan asbes, sehingga mudah panas dan mudah blong ketika mencapai suhu gesekan yang tinggi. Maka alternatif kampas rem menggunakan bahan organik dengan campuran serbuk tempurung kelapa dan serat bambu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keausan dan tingkat kekerasan dari kampas rem sepeda motor dengan bahan serbuk tempurung kelapa dan serat bambu. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan variasi bahan antara serbuk tempurung kelapa, serat bambu dan resin epoxy yaitu 40:30:30, 35:35:30, dan 30:40:30. Penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak 18 spesimen benda kerja. Pengujian keausan dilakukan dengan mesin Ogoshi Wear Testing sedangkan untuk pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat uji kekerasan Brinell. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat keausan yang terkecil pada kampas rem dengan variasi serbuk tempurung kelapa 40%, serat bambu 30% dan resin epoxy 30% sebesar 0,001107984 mm³/kg.m. Tingkat kekerasan yang terbesar juga pada variasi serbuk tempurung kelapa 40%, serat bambu 30% dan resin epoxy 30% sebesar 63,0024 kg/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa dan semakin kecil presentase serat bambu maka semakin rendah tingkat keausannya. Jika semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa dan semakin kecil presentase serat bambu maka semakin tinggi tingkat kekerasannya. Jadi dapat disimpulkan bahwa variasi kampas rem yang baik yaitu pada variasi serbuk tempurung kelapa 40%, serat bambu 30% dan resin epoxy 30%.*

Kata kunci: *Kampas Rem; Keausan Kampas Rem; Kekerasan Brinell; Serat Bambu; Serbuk Tempurung Kelapa.*

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan industri manufaktur di Indonesia mendorong peningkatan permintaan kampas rem sepeda motor, namun sebagian besar produk yang ada masih mengandung asbes yang berisiko bagi kesehatan. Sebagai alternatif, bahan-bahan lokal seperti serbuk tempurung

kelapa dan serat bambu memiliki potensi besar karena bersifat ramah lingkungan, tahan panas, dan memiliki kekuatan mekanik yang baik.

Tempurung kelapa yang umumnya menjadi limbah ternyata memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang mendekati standar material friksi, apalagi setelah diolah menjadi arang. Serat bambu, khususnya jenis bambu ori (*Bambusa arundinacea*), juga menunjukkan sifat mekanik unggul dengan kekuatan tarik dan kepadatan tinggi, menjadikannya cocok sebagai bahan penguat komposit.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi proporsi antara serbuk tempurung kelapa, serat bambu, dan resin epoxy dapat memengaruhi tingkat keausan dan kekerasan material kampas rem. Dengan potensi kelapa yang tinggi di Kabupaten Magelang dan banyaknya bambu yang belum dimanfaatkan optimal, penelitian ini bertujuan mengembangkan kampas rem ramah lingkungan berbasis bahan lokal dengan tiga variasi komposisi, untuk mengetahui kombinasi yang paling optimal dalam hal kekerasan dan keausan sesuai standar industri.

2. KAJIAN TEORITIS

Pada penelitian mengenai kampas rem gesek, variasi waktu sintering diterapkan pada proses kompaksi dengan tekanan 10 menit. Tingkat keausan pada bahan komposit cenderung meningkat atau lebih rentan terhadap keausan seiring dengan perpanjangan waktu proses kompaksi. Semakin lama durasi penekanan, semakin tinggi pula laju keausan yang terjadi rem (Prihartono & Nurdiansyah, 2022). Pada proses pembuatan kampas, kekerasan komposit semakin meningkat seiring dengan peningkatan beban kompaksi yang diberikan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor pada tahap pembentukan komposit dari bahan dasar, termasuk variasi jenis bahan, besaran beban kompaksi, durasi pemberian beban tersebut, serta proses pemanasan (sintering) (Sidiq, 2022).

Sidiq (2022), penelitian ini mengeksplorasi kampas rem gesek melalui penerapan peningkatan proses sintering. Semakin tinggi suhu sintering, semakin signifikan pengaruhnya terhadap tingkat keausan. Apabila suhu sintering ditingkatkan, hal tersebut akan menyebabkan nilai keausan bertambah, sehingga keausan secara keseluruhan menjadi lebih tinggi. Selain itu, peningkatan suhu sintering juga memengaruhi kekerasan kampas, di mana semakin tinggi suhu sintering yang diterapkan, semakin besar dampaknya semakin rendah pula tingkat kekerasan yang di capai.

Batok kelapa merupakan bagian buah kelapa yang bersifat keras yang diselubungi sabut kelapa, yaitu sekitar 35 % dari bobot buah kelapa (Aminur et al., 2019). Bambu mengandung komponen lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa berperan sebagai bahan pokok dalam produksi serat bambu, sehingga diperlukan proses pemisahan antara lignin serta hemiselulosa untuk memperoleh selulosa yang murni. Resin Epoxy atau poli Epoksida adalah jenis resin poliepoksida yang sejenis dengan polimer dan polimer aktif yang memiliki gugus epoksida. Karakteristik dari resin tersebut adalah tahan terhadap senyawa kimia, tahan panas, dan sifat adhesinya kuat.

Komposit dapat didefinisikan sebagai integrasi berbagai jenis material yang bertujuan menghasilkan material baru dengan karakteristik intermediate dari penyusunnya, dimana karakteristik yang tidak mungkin tercapai jika material asal digunakan secara mandiri. Penggabungan ini diharapkan mampu saling melengkapi serta mengimbangi kelemahan dan kekurangan pada masing-masing material penyusun (Sutisno et al., 2012).

Proses kompaksi melibatkan penerapan tekanan tinggi pada material berbentuk serbuk untuk menghasilkan spesimen yang sesuai dengan tujuan. Sintering merupakan proses pembentukan material dari serbuk melalui pemanasan yang menghasilkan pengikatan antar partikel pada suhu tinggi. Sebagaimana dijelaskan oleh (Sidiq, 2022), sintering melibatkan penggabungan partikel-partikel secara bersama pada kondisi suhu yang tinggi. Proses ini biasanya berlangsung di bawah titik leleh (melting point), dengan melibatkan perpindahan atom dalam keadaan padat.

Keausan merupakan proses rusak atau berkurangnya permukaan karena adanya gesekan antar permukaan spesimen. Pengujian keausan dapat dilaksanakan melalui berbagai pendekatan, dimana salah satu metode yang umum di gunakan ialah metode Ogoshi. Dalam metode ini spesimen mendapat beban gesek dari cincin yang berputar. Gesekan ini menghasilkan kontak antar permukaan dan akhirnya merusak atau mengurangi permukaannya. Besar jejak keausan pada permukaan spesimen menjadi dasar menentukan tingkat keausan spesifik. Sementara itu, semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume spesimen yang terkelupas (Ihsan et al., 2022). Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan Brinell. Pada pengujian kekerasan dengan metode Brinell sebuah bola baja yang telah dikeraskan ditekan pada permukaan benda uji dengan gaya tertentu selama beberapa saat.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Dalam proses tersebut, dilakukan pengujian sebanyak 18 spesimen benda kerja. Material benda kerja yang digunakan yaitu komposit bahan dasar serbuk tempurung kelapa dan serat bambu. Kemudian dalam proses pengujian menggunakan 2 jenis bahan baku yaitu serbuk tempurung kelapa dan serat bambu dengan pengikat *Resin Epoxy*. Komposisi 1 terdiri dari 40% serbuk tempurung kelapa, 30% serat bambu dan 30% *Resin Epoxy*. Komposisi 2 terdiri dari 35% serbuk tempurung kelapa, 35% serat bambu dan 30% *Resin Epoxy*. Komposisi 3 terdiri dari 30% serbuk tempurung kelapa, 40 % serat bambu dan 30% *Resin Epoxy*. Masing - masing variasi komposisi dibuat 3 spesimen, selanjutnya dilakukan pengujian keausan dan pengujian kekerasan. Dari hasil percobaan tersebut dapat diambil data hasil dan kesimpulan.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah :

- a. Alat Potong dan Alat Penghalus
- b. Cawan Tuang dan Pengaduk
- c. *Stopwacth*
- d. Ayakan
- e. Timbangan Digital
- f. Alat Penekan (Kompaksi)
- g. Alat Cetak Kampas Rem
- h. Neraca Digital
- i. Alat Uji Keausan
- j. Alat Uji Kekerasan
- k. Oven

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

- a. Serbuk Tempurung Kelapa
- b. Serat Bambu
- c. Resin Epoxy

Pertama menyiapkan cetakan untuk sampel yang akan digunakan dalam penelitian.

- a) Volume cetakan

$$\begin{aligned} V_c &= p \times l \times t \\ &= 10 \times 5 \times 5 \\ &= 250 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

b) Nilai densitas pada masing – masing bahan

1. Serbuk tempurung kelapa = $1,2 \text{ g} / \text{cm}^3$

2. Serat Bambu = $1 \text{ g} / \text{cm}^3$

3. Resin epoxy = $1,1 \text{ g} / \text{cm}^3$

Variasi Bahan Penelitian

Variasi bahan penelitian yang digunakan saat pencampuran serta komposisinya seperti :

a) 40 % serbuk tempurung kelapa + 30 % serat bambu + 30 % Resin Epoxy

$$V_s = 40/100 \times 250 = 100 \text{ cm}^3$$

$$M_s = 100 \times 1,2 = 120 \text{ g}$$

$$V_b = 30/100 \times 250 = 75 \text{ cm}^3$$

$$M_b = 75 \times 1 = 75 \text{ g}$$

$$V_r = 30/100 \times 250 = 75 \text{ cm}^3$$

$$M_r = 75 \times 1,1 = 82,5 \text{ g}$$

b) 35 % serbuk tempurung kelapa + 35 % serat bambu + 30 % Resin Epoxy

$$V_s = 35/100 \times 250 = 87,5 \text{ cm}^3$$

$$M_s = 87,5 \times 1,2 = 105 \text{ g}$$

$$V_b = 35/100 \times 250 = 87,5 \text{ cm}^3$$

$$M_b = 87,5 \times 1 = 87,5 \text{ g}$$

$$V_r = 30/100 \times 250 = 75 \text{ cm}^3$$

$$M_r = 75 \times 1,1 = 82,5 \text{ g}$$

c) 30 % serbuk tempurung kelapa + 40 % serat bambu + 30 % Resin Epoxy

$$V_s = 30/100 \times 250 = 75 \text{ cm}^3$$

$$M_s = 75 \times 1,2 = 90 \text{ g}$$

$$V_b = 40/100 \times 250 = 100 \text{ cm}^3$$

$$M_b = 100 \times 1 = 100 \text{ g}$$

$$V_r = 30/100 \times 250 = 75 \text{ cm}^3$$

$$M_r = 75 \times 1,1 = 82,5 \text{ g}$$

Kompaksi

Proses kompaksi dilakukan menggunakan tekanan 2 ton selama 10 menit dan tiap variasi - variasi komposisi bahan uji dilakukan dengan tekanan dan waktu yang sama.

Sintering

Proses sintering dilakukan selama 10 menit dengan suhu 100°C tiap variasi - variasi komposisi bahan uji dilakukan dengan tekanan dan waktu yang sama.

Proses Pengujian

Dalam penelitian ini, terdapat 2 jenis pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian kekerasan dan pengujian keausan.

Pengujian Kekerasan

Ukuran partikel serbuk tempurung kelapa dalam pengujian kekerasan turut memengaruhi tingkat kekerasan serta laju keausan pada kampas rem komposit berbasis epoksi aluminium serbuk tempurung kelapa. Serbuk dengan ukuran kecil menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi. Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan metode Brinell.

Pengujian Laju Keausan

Tujuan pengujian laju keausan adalah untuk menentukan nilai laju keausan pada kampas rem komposit berbasis epoksi, aluminium, dan serbuk tempurung kelapa. Pengujian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan alat uji keausan Ogoshi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Keausan

Pengujian keausan dilakukan di Laboratorium Departemen Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada. Pengujian keausan menggunakan metode *Ogoshi* dengan gaya tekan 6,36 kg, tebal cakram pengaus 3 mm, radius pengaus 13 mm, dan jarak luncur 20 m. Spesimen diuji sebanyak 3 sampel dan setiap 1 sampel diambil 5x lebar keausan kemudian asilnya di rata-rata. Perhitungan nilai keausannya adalah :

- a. Sampel dengan Variasi Serbuk Tempurung Kelapa (STK) 40% dan Serat Bambu (SB) 30%

$$b_{01} = 2,193 \text{ mm}$$

$$b_{02} = 2,070 \text{ mm}$$

$$b_{03} = 1,943 \text{ mm}$$

$$b_{04} = 1,343 \text{ mm}$$

$$b_{05} = 1,572 \text{ mm}$$

$$b_0 = \frac{b_{01}+b_{02}+b_{03}+b_{04}+b_{05}}{5}$$
$$= \frac{2,193+2,070+1,943+1,343+1,572}{5} = 1,8242 \text{ mm}$$

$$W_s = \frac{B \cdot b_0^3}{8 \cdot r \cdot P_0 l_0} = \frac{3 \times (1,8242)^3}{8 \times 13 \times 6,36 \times 20} = 0,001376633 \text{ mm}^3/\text{kg.m}$$

Dengan cara yang sama untuk perhitungan laju keausan variasi STK 35% SB 35% dan STK 30% SB 40% menggunakan persamaan 2.1 ditunjukkan pada lampiran 2. Data yang diperoleh dari hasil pengujian keausan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Keausan *Ogoshi*.

No	Kode Spesimen	Nilai b0 (mm)	B (mm)	r (mm)	P0 (kg)	lo (m)	Keausan Spesifik (Ws) (mm ³ /kg.m)	Rata-Rata Keausan Spesifik (Ws) (mm ³ /kg.m)	
1	STK 40%	1	1,8242	3	13	6,36	20	0,001376633	0,001107984
2	SB 30%	2	1,7722	3	13	6,36	20	0,001262231	
3	30%	3	1,4456	3	13	6,36	20	0,000685086	
4	STK 35%	1	1,6644	3	13	6,36	20	0,001045620	0,001116344
5	SB 35%	2	1,7646	3	13	6,36	20	0,001246062	
6	35%	3	1,6706	3	13	6,36	20	0,001057349	
7	STK 30%	1	1,8958	3	13	6,36	20	0,001545177	0,001866344
8	SB 40%	2	2,0614	3	13	6,36	20	0,001986496	
9	40%	3	2,0890	3	13	6,36	20	0,002067360	

Pada pengujian variasi STK 40% SB 30%, dari ketiga percobaan terdapat perubahan yang signifikan yaitu pada percobaan ketiga. Hal tersebut disebabkan karena pencampuran antar bahan kurang merata, maka distribusi kekuatan dan ketahanan aus menjadi berbeda antar spesimen sehingga menyebabkan hasil uji keausan bisa bervariasi secara signifikan (Zebua et al., 2022). Laju keausan yang diperoleh dari masing-masing variasi kemudian dianalisa dan disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada gambar 1.

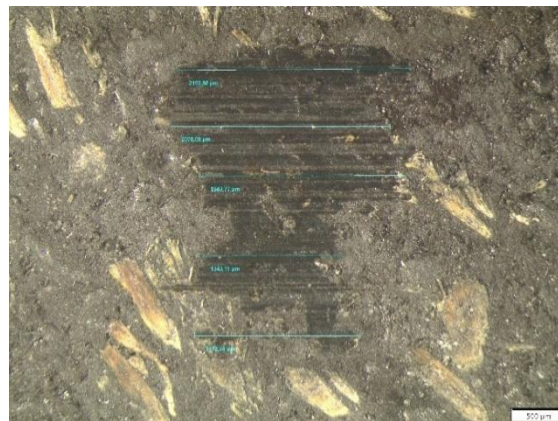


Gambar 1. Grafik Hasil Uji Keausan *Ogoshi*.

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa semakin banyak presentase serbuk tempurung kelapa maka tingkat keausan relatif lebih rendah, begitu juga sebaliknya jika serbuk tempurung kelapa memiliki presentase yang lebih kecil maka tingkat keausan relatif tinggi.

Laju keausan terendah pada variasi serbuk tempurung kelapa 40 % sebesar 0,001107984 mm³/kg.m. Laju keausan tertinggi pada variasi serbuk tempurung kelapa 30 % sebesar 0,001866344 mm³/kg.m. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa akan menghasilkan kampas rem yang semakin baik karena memiliki tingkat keausan yang relatif rendah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan presentase serbuk tempurung kelapa dapat meningkatkan kepadatan material karena komposisi serbuk yang lebih tinggi dapat mengisi rongga – rongga dalam komposit, sehingga dapat mengurangi tingkat keausan karena material menjadi sulit tergerus. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan presentase serbuk tempurung kelapa dapat meningkatkan kekerasan material dan menurunkan laju keausan karena struktur tempurung kelapa yang keras dan stabil pada suhu tinggi (Wibowo, 2019).



Gambar 2. Hasil Uji Keausan Spesimen STK 40% SB 30%.

Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Setiap spesimen diuji sebanyak 3 kali percobaan. Pada setiap sampel komposit dengan perbandingan yang bervariasi diperoleh nilai diameter injakan penetrator, beban tekan pada penelitian ini sebesar 250 kg dan diameter penetrator sebesar 2,5 mm yang kemudian diolah untuk mendapatkan nilai kekerasan. Adapun hasil data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan.

No	Kode Spesimen		Diameter Injakan Penetrator	Diameter Rata - Rata Injakan Penetrator
			d (mm)	d (mm)
1	STK 40% SB 30%	1	1,5011	1,5073
2		2	1,5104	
3		3	1,5105	
4	STK 35% SB 35%	1	1,5566	1,5551
5		2	1,5549	
6		3	1,5538	
7	STK 30% SB 40%	1	1,5985	1,5832
8		2	1,5696	
9		3	1,5815	

Diameter rata-rata injakan penetrator didapat dengan mengakumulasikan nilai dari ke 3 percobaan pengujian pada setiap sampel. Untuk mendapatkan nilai kekerasan dari setiap variasi komposit digunakan rumus persamaan 2.2 dibawah ini :

a. Sampel dengan Variasi STK 40% SB 30%

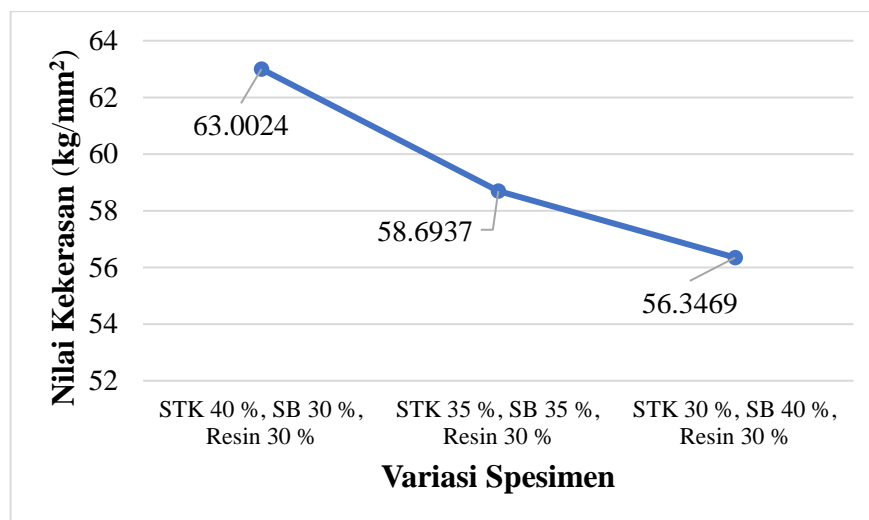
$$\begin{aligned}
 \text{BHN} &= \frac{2P}{\pi D[D-\sqrt{(D^2-d^2)}]} \\
 &= \frac{250}{3,14(2,5)[2,5-\sqrt{(2,5^2-1,5073^2)}]} \\
 &= \frac{250}{7,85[2,5-\sqrt{6,25-2,2719}]} \\
 &= \frac{250}{7,85[2,5-1,9945]} \\
 &= \frac{250}{7,85[0,5055]} \\
 &= \frac{250}{3,9681} \\
 &= 63,0024 \text{ (kg/mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk perhitungan nilai kekerasan pada variasi STK 35% SB 35% dan STK 30% SB 40% menggunakan persamaan 2.2 ditunjukkan pada lampiran 3. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan pada Diameter Injakan.

No	Kode Spesimen	Beban (kg)	Diameter Penetrator (mm)	Nilai Kekerasan (kg/mm ²)
1	STK 40 %, SB 30 %, Resin 30 %	125	2,5	63,0024
2	STK 35 %, SB 35 %, Resin 30 %	125	2,5	58,6937
3	STK 30 %, SB 40 %, Resin 30 %	125	2,5	56,3469

Nilai kekerasan yang diperoleh dari masing-masing variasi kemudian dianalisa dan disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kekerasan.

Gambar 3, menunjukkan bahwa semakin banyak presentase serbuk tempurung kelapa maka tingkat kekerasan relatif lebih tinggi, begitu juga sebaliknya jika serbuk tempurung kelapa memiliki presentase yang lebih kecil maka tingkat kekerasan relatif rendah. Nilai kekerasan tertinggi pada variasi serbuk tempurung kelapa 40 % sebesar 63,0024 kg/mm². Nilai kekerasan terendah pada variasi serbuk tempurung kelapa 30 % sebesar 56,3469 kg/mm². Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa akan menghasilkan kampas rem yang semakin baik karena memiliki tingkat kekerasan yang relatif tinggi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan presentase serbuk tempurung kelapa akan meningkatkan nilai kekerasan karena serbuk tempurung kelapa adalah bahan yang keras dan rapat, sehingga semakin banyak bahan yang keras ini dalam komposit maka akan

meningkatkan nilai kekerasannya. Hal tersebut sejalan dengan temuan penelitian yang menunjukkan bahwa peningkatan presentase serbuk tempurung kelapa dapat meningkatkan kekerasan material dan menurunkan laju keausan karena struktur tempurung kelapa yang keras dan stabil pada suhu tinggi (Wibowo, 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa tingkat keausan yang terkecil pada kampas rem dengan variasi STK 40 %, SB 30 % dan resin epoxy 30 % sebesar 0,001107984 mm³/kg.m. Hal ini dapat diketahui bahwa semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa dan berkurangnya presentase serat bambu maka semakin rendah tingkat keausannya. Tingkat kekerasan yang terbesar pada kampas rem dengan variasi STK 40 %, SB 30 % dan resin epoxy 30 % sebesar 63,0024 kg/mm². Hal ini dapat diketahui bahwa semakin besar presentase serbuk tempurung kelapa dan berkurangnya presentase serat bambu maka semakin tinggi nilai kekerasannya. Variasi kampas rem yang baik yaitu pada variasi dengan STK 40 %, SB 30 % dan resin epoxy 30 %. Pada variasi tersebut memiliki tingkat keausan sebesar 0,001107984 mm³/kg.m dan nilai kekerasan sebesar 63,0024 kg/mm².

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian yang lain seperti pengujian ketahanan panas dan lain – lain karena penulis hanya melakukan 2 pengujian yaitu uji keausan dan kekerasan. Peneliti hanya menggunakan 3 variasi bahan, yaitu serbuk tempurung kelapa, serat bambu dan resin epoxy, maka disarankan untuk menambahkan material lain seperti serat alumunium, serat kelapa dan lain – lain serta dengan resin polyester.

DAFTAR REFERENSI

- Aminur, Samhudin, & Sudia, B. (2019). Biokomposit polimer berpenguat serat rami dan partikel tempurung kelapa sebagai material kampas rem sepeda motor. *Seniati*, 347–353.
- Asmoro, R. W. (2012). *Pengaruh prosentase serbuk arang batok kelapa bermatrik polyester pada komposit bahan kampas rem sepeda motor* [Tidak dipublikasikan].
- Ihsan, M. N., Wicaksono, D., & Sehonu. (2022). Uji keausan kampas rem berbahan limbah organik menggunakan metode Ogoshi. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 92–96. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.559>
- Kristian, A., & Taka, I. (2017). *Variasi ukuran terhadap kekerasan dan laju keausan komposit epoxy aluminium-serbuk tempurung kelapa untuk kampas rem* [Tidak dipublikasikan].

- Manurung, R., Simanjuntak, S., Sembiring, J., Zaluku, E. C., & Sihombing, S. (2020). Analisa kekuatan bahan komposit yang diperkuat serat bambu menggunakan resin polyester dengan memvariasikan susunan serat secara acak dan lurus memanjang. *Sproket*, 2(1), 28–35. <https://doi.org/10.36655/sproket.v2i1.296>
- Manurung, T. (2022). Analisis perbandingan kekuatan bahan komposit dengan variasi susunan acak dan lurus memanjang berbasis serat bambu dan resin polyester. *Sains dan Ilmu Terapan*, 1, 19–23. <https://doi.org/10.69688/juksit.v1i1.5>
- Prihartono, J., & Nurdiansyah, I. (2022). Perancangan alat uji kekerasan metode Brinell dan Rockwell berdasarkan VDI 2221. *Presisi*, 24(1), 35–40.
- Purboputro, P. I. (2016). Pengembangan bahan kampas rem sepeda motor dari komposit serat bambu terhadap ketahanan aus pada kondisi kering dan basah. *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(2), 1–5. <https://doi.org/10.23917/mesin.v17i2.2877>
- Purboputro, P. I. (2017). Pengembangan bahan kampas rem sepeda motor dari komposit serat bambu terhadap ketahanan aus pada kondisi kering dan basah. *University Research Colloquium*, 91–96. <https://doi.org/10.23917/mesin.v17i2.2877>
- Rocham, D. F., & Irfai, M. A. (2020). Pengaruh konsentrasi larutan KOH terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro komposit hibrid serat rami dan serat bambu. *JTM*, 8, 111–118.
- Sidiq, M. F. (2022). *Optimalisasi suhu sintering terhadap sifat mekanis komposit serbuk kayu jati, serbuk tempurung kelapa dan serbuk kuning dengan resin epoxy pada kampas rem* [Tidak dipublikasikan].
- Subagia, I. D. G. A., Atmika, I. K. A., Suardana, N. P. G., Gds, R., & Fs, S. (2018). Pengaruh temperatur sinter terhadap kekerasan dan keausan kampas rem berbasis komposit hibrida serbuk tempurung kelapa / Alumina / Phenolic Resin. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 11(2), 42–48. <https://doi.org/10.24843/JEM.2018.v11.i02.p02>
- Suhardiman, & Syaputra, M. (2017). Analisa keausan kampas rem non asbes terbuat dari komposit polimer serbuk padi dan tempurung kelapa. *Jurnal Inovtek Polbeng*, 7(2), 210–214.
- Susilo, H., Gunawan, S., & Saputra, N. (2022). Analisa pemanfaatan serat sabut kelapa dan serat bambu pada pembuatan kampas rem komposit dengan uji mekanis. *RODA: Jurnal Pendidikan dan Teknologi Otomotif*, 2(1). <https://doi.org/10.24114/roda.v2i1.33202>
- Wahyudi, F. A., & Yuono, L. D. (2015). Pengaruh komposisi serat terhadap kekuatan impak komposit yang diperkuat serat bambu. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, 4(2), 72–78. <https://doi.org/10.24127/trb.v4i2.73>
- Wibawa, A. S. (2020). *Karakteristik komposit dengan komposisi serbuk tempurung kelapa, serbuk kulit singkong, serbuk aluminium, dan resin epoxy untuk bahan kampas rem* [Tidak dipublikasikan].
- Wibowo, A. (2019). *Pengaruh penambahan serbuk tempurung kelapa terhadap kekuatan kampas rem* [Tidak dipublikasikan].

Zebua, A. P. J., Wicaksono, D., & Sehonon. (2022). Studi eksperimental pembuatan kampas rem berbahan serat sabut kelapa terhadap pengujian keausan. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 87–91. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.557>

Zohri, A. S., & Sari, N. H. (2013). Pemanfaatan serbuk tempurung kelapa pada komposit Al₂O₃-epoxy. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(2), 101–105. <https://doi.org/10.29303/d.v3i2.75>