

# Analisis Kekerasan Dan Keausan Kampas Rem Berbahan Ampas Tebu Dan Serbuk Besi Sebagai Penguat Bermatriks Epoxy

Joko Hari Prasetyo<sup>1</sup>, Mokh. Hairul Bahri<sup>2</sup> dan Ardhi Fathoni Syam Putra Nusantara<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 1; [prassick1@gmail.com](mailto:prassick1@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 2; [mhairulbahri@unmuhjember.ac.id](mailto:mhairulbahri@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 3; [ardhi@unmuhjember.ac.id](mailto:ardhi@unmuhjember.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.xxxxx/xxxxx>

\*Correspondensi: Joko Hari Prasetyo

Email: [prassick1@gmail.com](mailto:prassick1@gmail.com)

Published: September, 2023



**Copyright:** © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstrak:** Kampas rem merupakan komponen yang memiliki fungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju dari kendaraan. Kampas rem yang dijual di pasaran umumnya terbuat dari bahan asbestos yang tidak ramah bagi kesehatan dan lingkungan. Oleh sebab itu, perlu adanya cara alternatif pembuatan kampas rem dengan bahan yang aman bagi kesehatan dan lingkungan, salah satunya dengan menggunakan limbah ampas tebu, melihat sifat ampas tebu adalah berserat sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan alternatif campuran kampas rem. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kekerasan dan keausan terbaik kampas rem komposit material ampas tebu dan serbuk besi sebagai penguat dengan matriks epoxy melalui uji kekerasan Shore D dan uji keausan Oghosi, dengan komposisi ampas tebu mulai dari 35%, 40%, 45% divariasikan dengan serbuk besi sebesar 15%, 10%, 5% dan dicampur resin epoxy sebesar 50% dengan kadar yang sama. Hasil uji kekerasan Shore D memperoleh kekerasan tertinggi yaitu pada fraksi volume 35% : 15% : 50% dengan nilai 72,5 HD. Pada hasil uji keausan Oghosi keausan terendah berada pada fraksi volume 35% : 15% : 50% dengan nilai keausan sebesar 0,000203 Ws:mm<sup>3</sup>/kg.m. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa banyaknya persentase ampas tebu dan serbuk besi yang dicampurkan maka akan mempengaruhi nilai kekerasan dan keausan kampas rem.

**Keywords:** Kampas rem, ampas tebu, serbuk besi, uji kekerasan, uji keausan.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif terus meningkat dengan semakin banyaknya permintaan alat transportasi, khususnya kendaraan bermotor. Saat ini kendaraan bermotor pada umumnya memiliki kecepatan yang sangat tinggi seiring dengan kemajuan teknologi pada kendaraan bermotor. Perkembangan performa mesin tersebut tentu harus diimbangi dengan sistem pengereman yang baik sebagai safety dalam berkendara. Sistem pengereman berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju dari kendaraan. Sistem rem yang tidak berfungsi dengan baik seringkali disebabkan oleh adanya keausan pada cakram dan kampas rem akibat dari gesekan. Sehingga konstruksi kampas rem terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan yang baik dan efektif untuk mencapai performa pengereman yang optimal (Lili Mulyani, 2022).

Bahan untuk kampas rem yang dijual di pasaran yaitu asbestos, steel fiber, selulosa, rock wool, grafit dan Kevlar. Dari bahan kampas rem yang beredar menimbulkan kekhawatiran karena partikel-partikelnya yang berbahaya. Penggunaan seperti asbestos telah dilarang karena dapat membahayakan kesehatan pernafasan jika terhirup (Kosjoko, 2021). Hal ini mendorong untuk mencari cara alternatif pembuatan kampas rem dengan bahan yang aman bagi kesehatan dan lingkungan. Berbagai limbah pertanian dan limbah industri muncul sebagai alternatif bahan baku yang ekonomis, Salah satu limbah pertanian yang banyak

terdapat di Indonesia adalah limbah ampas tebu (*bagasse*). Selama ini pemanfaatan ampas tebu hanya sebagai pupuk organik, pakan ternak, dan bahan bakar boiler bersifat terbatas dan bernilai ekonomi rendah. Sifat ampas tebu adalah berserat, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan alternatif campuran kampas rem.

Dalam sebuah penelitian tentang kampas rem yang dilakukan oleh (Sugianto dan Arlini, 2020) dengan berbahan variasi ampas tebu, serbuk alumunium, serbuk kuningan dengan variasi ukuran tanpa ayakan, 50 mesh, 100 mesh, dan dengan variasi komposisi 50% ampas tebu, 25% serbuk alumunium, 25% serbuk kuningan, 40% ampas tebu, 30% serbuk alumunium, 30% serbuk kuningan, 30% ampas tebu, 35% serbuk alumunium, 35% serbuk kuningan. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa tingkat kekerasan vikers dan impact optimum terdapat pada komposisi 50% ampas tebu, 25% serbuk alumunium, 25% serbuk kuningan dan 1:1 resin epoxy dengan ukuran 50 mesh yakni 18,90 HVN, sedangkan pada pengujian tingkat keausan minimum terdapat pada komposisi 50% ampas tebu, 25% serbuk alumunium, 25% serbuk kuningan dan 1:1 resin epoxy dengan ukuran 50 mesh adalah 0,22 joule/mm.

Dari latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang material kampas rem alternatif berbahan dasar ampas tebu dan serbuk besi sebagai penguat dan resin epoxy sebagai matriknya. Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan penelitian material komposit yang diperkuat ampas tebu, namun dengan memvariasikan ukuran ayakan dan memvariasikan fraksi volumenya tanpa proses karbonisasi. Pada penelitian ini, serat ampas tebu yang digunakan dengan proses perlakuan alkali yang kemudian dikombinasikan dengan serbuk besi. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah kampas rem memiliki sifat kekerasan yang baik dan tahan terhadap keausan, serta dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kampas rem berbahan asbestos.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini termasuk metode penelitian eksperimen yang bermaksud untuk mengetahui pengaruh variabel independen (*treatment* /perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan. Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain (selain variabel *treatment*) yang memengaruhi variabel dependen (hasil). Agar kondisi dapat dikendalikan maka dalam penelitian eksperimen menggunakan kelompok kontrol dan seiring penelitian eksperimen dilakukan di dalam laboratorium.

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Jember dan untuk uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Negeri Malang dan uji keausan dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu:

1. Ampas tebu
2. Serbuk besi
3. Resin epoxy 108
4. NaOH 5%

Alat alat yang diperlukan dalam penelitian yaitu:

1. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menentukan volume komposisi bahan-bahan diantaranya ampas tebu, serbuk besi, dan resin epoxy 108 seperti pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Gelas Ukur  
Sumber: Dok. Pribadi

## 2. Gerinda Tangan

Gerinda digunakan untuk membentuk spesimen sesuai ASTM seperti pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Gerinda Tangan  
Sumber: Dok. Pribadi

## 3. Blender

Blender digunakan untuk menghaluskan ampas tebu seperti pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Blender  
Sumber: Dok. Pribadi

## 4. Ayakan 50 mesh

Ayakan digunakan untuk memisahkan ampas tebu yang kasar dengan ampas tebu yang halus dengan ukuran 50 mesh seperti pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Ayakan 50 mesh  
Sumber: Dok. Pribadi

## 5. Cetakan

Cetakan digunakan untuk membentuk spesimen seperti pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Cetakan Spesimen

Sumber: Dok. Pribadi

## 6. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan kampas rem seperti pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Jangka Sorong

Sumber: Dok. Pribadi

## Variabel Penelitian

Dalam sebuah penelitian terdapat beberapa jenis variabel yang tersusun atas berbagai komponen seperti faktor, atribut, dan perlakuan yang akan diambil berdasarkan kajian penelitian.

### 1. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian, Pengujian dilakukan dengan memvariasikan ampas tebu dan serbuk besi dicampur dengan resin epoxy 108 dengan perlakuan NaOH 5%. Sampel penelitian diambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposisi ampas tebu, serbuk besi dan resin epoxy 108 dengan perlakuan NaOH 5%.

### 2. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang dibuat didalam suatu penelitian, Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan ampas tebu dengan nilai 35%, 40%, 45% dan serbuk besi 15%, 10%, 5% dicampur dengan resin epoxy sebesar 50% dan dengan perlakuan NaOH 5%. Sampel penelitian diambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposisi ampas tebu, serbuk besi, dan resin epoxy 108 dengan perlakuan NaOH 5%.

**Tabel 1.** Variasi Campuran Kampas Rem

Ampas tebu (%)	Serbuk besi (%)	Resin Epoxy 108 (%)
35%	15%	50%
40%	10%	50%
45%	5%	50%

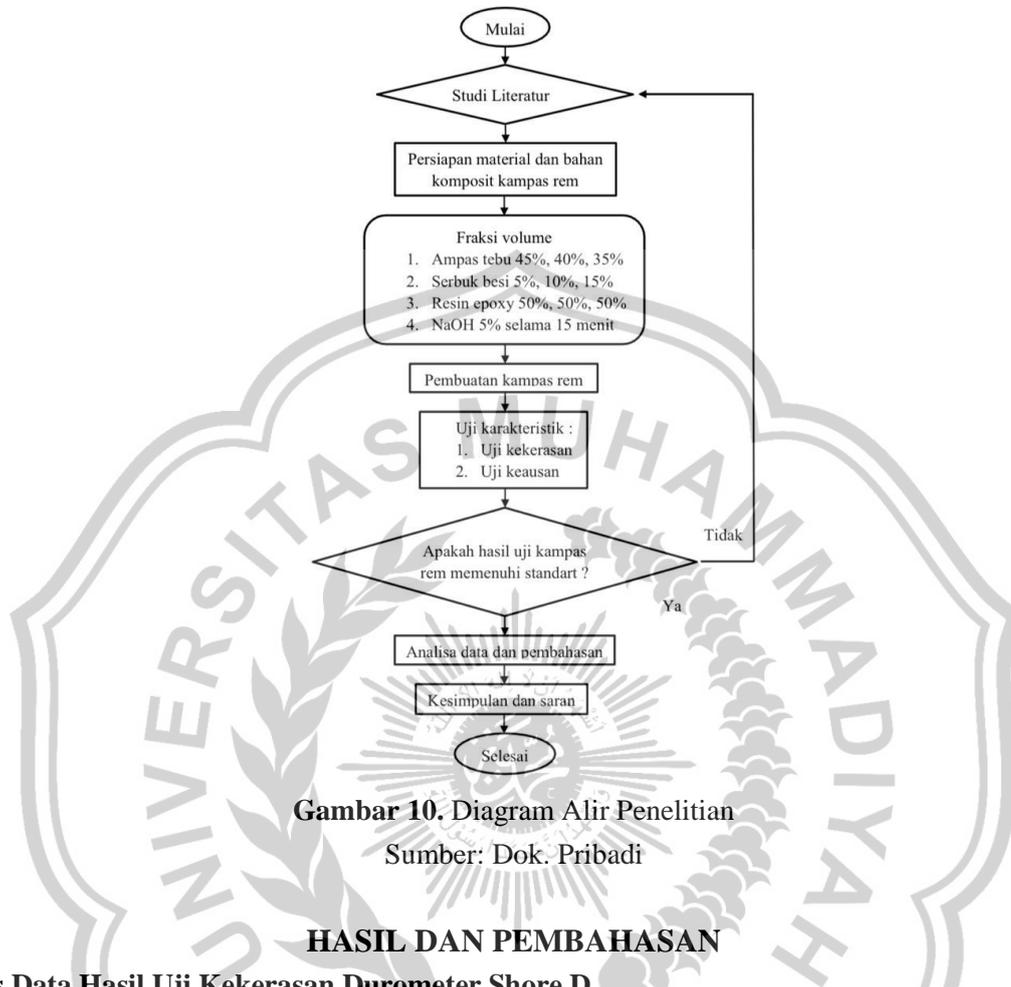
Sumber: Dok. Pribadi

### 3. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya tidak dapat di tentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung variabel terikatnya. Penelitian ini memiliki variabel bebas yang meliputi data yang diperoleh pada pengujian kekerasan *Shore D Hardness Durometer* dan keausan *Oghosi*.

### Prosedur Penelitian

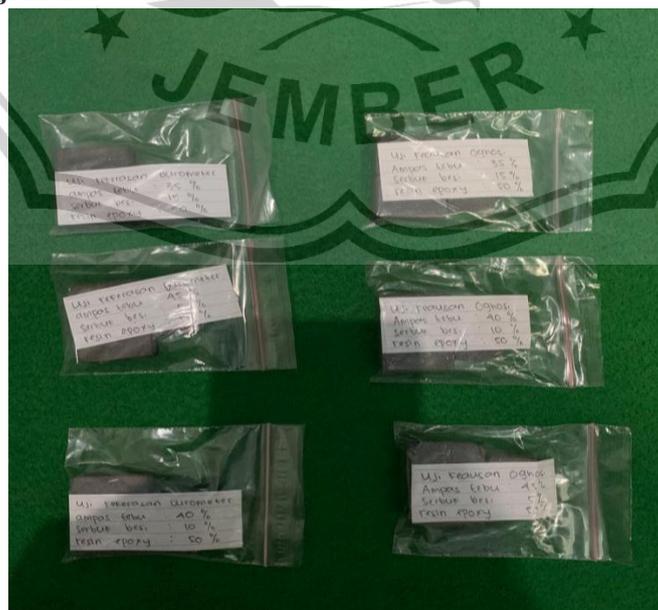
Adapun prosedur penelitian yang dilakukan peneliti seperti di tunjukan pada **Gambar 10**.



**Gambar 10.** Diagram Alir Penelitian  
Sumber: Dok. Pribadi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Data Hasil Uji Kekerasan Durometer Shore D



**Gambar 11.** Sampel Spesimen Kanvas Rem  
Sumber: Dok. Pribadi

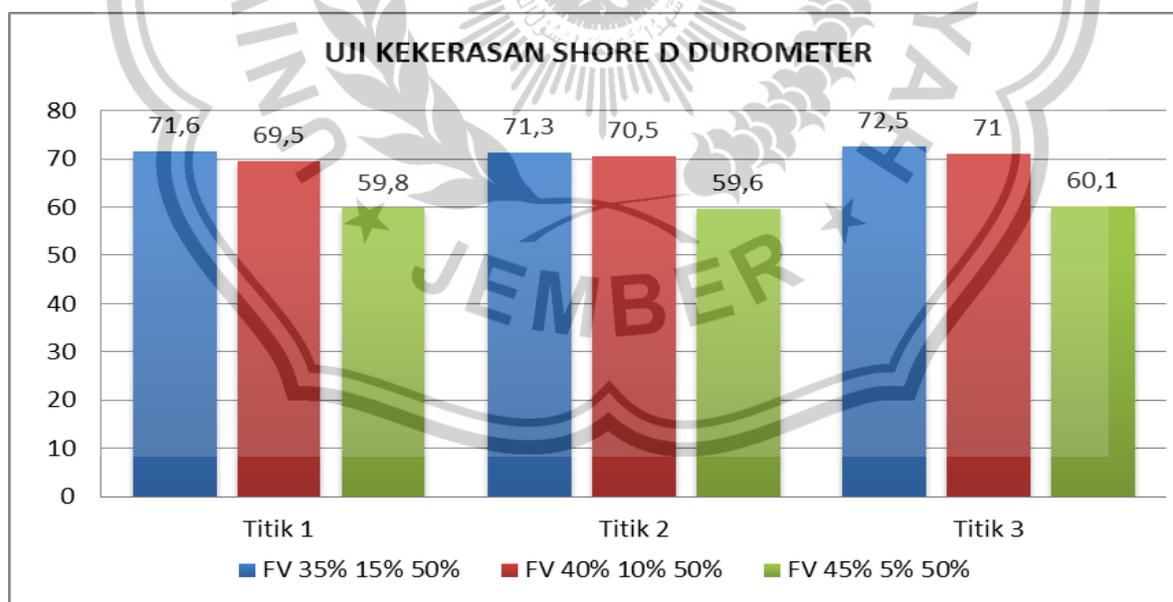
Spesimen kanvas rem dengan material komposit ampas tebu dan serbuk besi dengan matriks epoxy, sampel spesimen dengan pengelompokan fraksi volume yang berbeda seperti **Gambar 11**.

Uji kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan metode uji durometer, dari penelitian yang telah dilakukan akan dibahas hasil dari uji kekerasan kanvas rem dengan material ampas tebu dan serbuk besi bermatriks epoxy, dimana setiap spesimen akan dibandingkan dalam **Tabel 2** dan **Gambar 12** sebagai berikut :

**Tabel 2.** Tabel Hasil Pengujian Kekerasan Shore D Hardness Durometer

No	Kode Spesimen	Nomor Spesimen	Kekerasan (HD)			Nilai rata-rata		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Ampas tebu : 35%	1	63,5	64	64,5	71,6	71,3	72,5
2	Serbuk besi : 15%	2	76,5	77	78,5			
3	Resin epoxy : 50%	3	75	73	74,5			
4	Ampas tebu : 40%	1	69	71,5	72	69,5	70,5	71
5	Serbuk besi : 10%	2	72,5	72,5	73			
6	Resin epoxy : 50%	3	67	67,5	68			
7	Ampas tebu : 45%	1	57	58,5	59	59,8	59,6	60,1
8	Serbuk besi : 5%	2	58,5	56	58			
9	Resin epoxy : 50%	3	64	64,5	63,5			

Sumber: Dok. Pribadi



**Gambar 12.** Grafik uji kekerasan Durometer Sumber: Dok. Pribadi

Keterangan :

Variasi Campuran Kanvas Rem

1. 35% Ampas Tebu + 15% Serbuk Besi + 50% Resin Epoxy
2. 40% Ampas Tebu + 10% Serbuk Besi + 50% Resin Epoxy
3. 45% Ampas Tebu + 5% Serbuk Besi + 50% Resin Epoxy

Hasil dari pengujian kekerasan Shore D Durometer dengan fraksi volume campuran ampas tebu dan serbuk besi dengan resin epoxy mendapatkan hasil kekerasan tertinggi yaitu pada spesimen campuran 35% ampas tebu + 15% serbuk besi + 50% resin epoxy mendapatkan nilai 71,6 HD pada titik 1, pada titik ke 2 mendapatkan nilai kekerasan 71,3 HD, dan pada titik ke 3 mendapatkan nilai yaitu 72,5 HD dikarenakan pada spesimen pertama mempunyai campuran ampas tebu terendah dan serbuk besi yang tertinggi yaitu 15%, Jadi semakin banyak campuran penguat serbuk besi maka akan membuat spesimen semakin keras.

Hasil uji kekerasan pada fraksi volume 40% ampas tebu + 10% serbuk besi + 50% resin epoxy mendapatkan hasil menengah, yaitu nilai sebesar 69,5 HD pada titik pertama, pada titik ke kedua sebesar 70,5 HD, dan pada titik ketiga sebesar 71 HD.

Hasil uji kekerasan pada fraksi volume 45% ampas tebu + 5% serbuk besi + 50% resin epoxy mendapat hasil kekerasan terendah yaitu dengan nilai 59,8 HD pada titik ke 1, pada titik ke 2 mendapat nilai 59,6 HD, dan pada titik ke 3 sebesar 60,1 HD. Jadi semakin banyak campuran ampas tebu maka akan semakin rendah nilai kekerasan spesimen.

**Tabel 3.** Tabel hasil perbandingan uji kekerasan sesuai standart SNI

NO	NAMA PENELITI	FRAKSI VOLUME	HASIL UJI KEKERASAN
1	Nilai kekerasan sesuai standart SNI	-	68-105 (Rockwell R)
2	Joko Hari Prasetyo	35% ampas tebu + 15% serbuk besi + 50% resin epoxy	72,5 HD
3	Joko Hari Prasetyo	40% ampas tebu + 10% serbuk besi + 50% resin epoxy	71 HD
4	Joko Hari Prasetyo	45% ampas tebu + 5% serbuk besi + 50% resin epoxy	60,1 HD

Sumber: Dok. Pribadi

Syarat standart uji kekerasan sesuai SNI adalah 68-105 Rockwell. Pada penelitian yang dilakukan penulis, pada nomer 2 dengan fraksi volume campuran 35% : 15% : 50% mendapatkan nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 72,5 HD, dan pada nomer 3 dengan fraksi volume campuran 40% : 10% : 50% mendapatkan nilai kekerasan sebesar 71 HD, dan pada nomer 4 mendapatkan nilai sebesar 60,1 HD dengan fraksi volume campuran 45% : 5% : 50%.

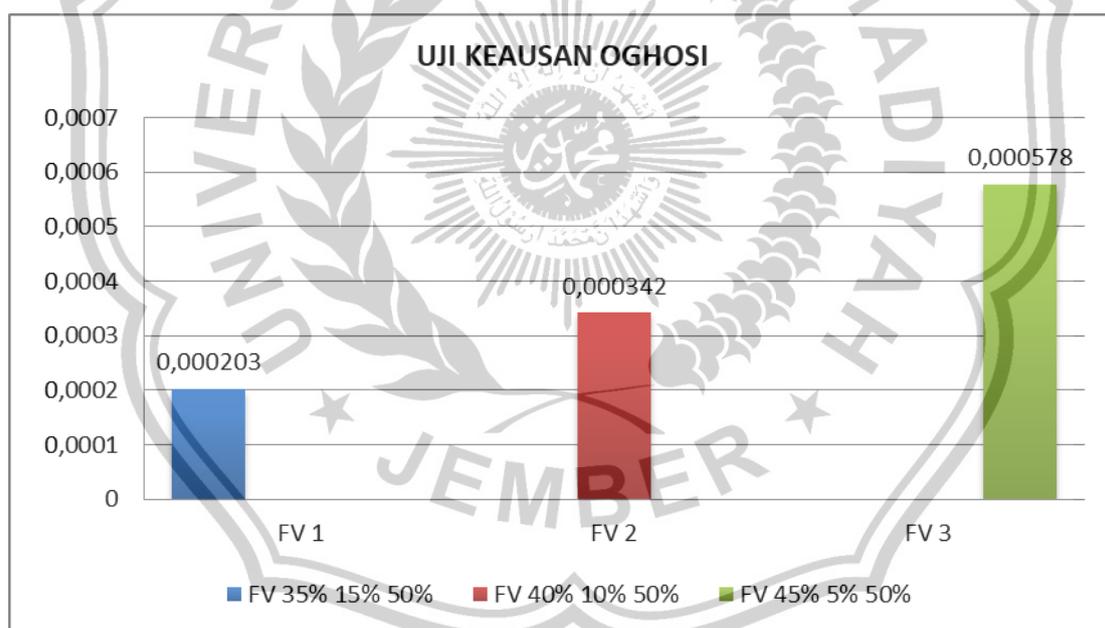
### B. Analisis Data Hasil Uji Keausan Oghosi

Pengujian dilakukan dengan alat uji keausan Oghosi. Dengan demikian pengujian keausan kamps rem material komposit ampas tebu dan serbuk besi bermatrik resin epoxy dengan campuran fraksi volume yang berbeda akan dibandingkan dalam **Tabel 4** dan **Gambar 13** di bawah ini :

**Tabel 4.** Tabel hasil uji keausan *oghosi*

No	Kode Spesimen	Nilai b0 (mm)	B (mm)	r (mm)	P0 (kg)	l0 (m)	Keausan spesifik (ws) (mm <sup>3</sup> /kg.m)	Rata-rata (ws) (mm <sup>3</sup> /kg.m)
1	Ampas tebu : 35%	1	1.2068	3	13.06	6.36	66,6	0.000119
2	Serbuk besi : 15%	2	1.6564	3	13.06	6.36	66,6	0.000308
3	Resin epoxy :50%	3	1.3928	3	13.06	6.36	66,6	0.000183
4	Ampas tebu : 40%	1	1.5140	3	13.06	6.36	66,6	0.000235
5	Serbuk besi : 10%	2	1.5536	3	13.06	6.36	66,6	0.000254
6	Resin epoxy :50%	3	1.9916	3	13.06	6.36	66,6	0.000536
7	Ampas tebu : 45%	1	2.7588	3	13.06	6.36	66,6	0.001423
8	Serbuk besi : 5%	2	1.1920	3	13.06	6.36	66,6	0.000115
9	Resin epoxy :50%	3	1.4264	3	13.06	6.36	66,6	0.000197

Sumber: Dok. Pribadi



**Gambar 13.** Grafik hasil uji keausan *oghosi*

Sumber: Dok. Pribadi

Hasil dari pengujian keausan *oghosi* material komposit ampas tebu dan serbuk besi bermatriks resin epoxy pada spesimen pertama dengan fraksi volume 35% ampas tebu : 5% serbuk besi : 50% resin epoxy pada titik 1 mendapat nilai keausan sebesar 0,000119 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, dan pada titik ke 2 sebesar 0,000308 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, dan pada titik ke 3 sebesar 0,000183 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m. Pada spesimen pertama ini mendapatkan nilai keausan terendah karena memiliki campuran serbuk besi tertinggi yaitu 15% dan campuran ampas tebu terendah adalah 35%.

Pada spesimen yang kedua dengan campuran fraksi volume 40% ampas tebu : 10% serbuk besi : 50% resin epoxy pada titik ke 1 mendapat hasil keausan sebesar 0,000235 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, pada titik 2 sebesar

0,000254 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, dan pada titik ke 3 sebesar 0,000536 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, pada spesimen kedua ini mendapatkan nilai keausan menengah karena campuran ampas tebu yang lumayan tinggi dan campuran serbuk besi yang tidak begitu rendah.

Pada spesimen ke 3 dengan campuran fraksi volume 45% ampas tebu : 5% serbuk besi : 50% resin epoxy, pada titik ke 1 mendapat hasil keausan sebesar 0,001423 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, pada titik ke 2 mendapat nilai sebesar 0,000115 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, pada titik ke 3 mendapatkan hasil keausan sebesar 0,000197 Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m. Pada spesimen ke 3 ini mendapat hasil keausan tertinggi, karena campuran ampas tebu yang sangat tinggi yaitu 45% dan serbuk besi yang sedikit sekali yaitu 5% maka mengakibatkan spesimen mudah aus karena serbuk kurang kuat mengikat dengan campuran lainnya.

**Tabel 5.** Tabel hasil perbandingan uji keausan sesuai standart SNI

No	NAMA PENELITI	FRAKSI VOLUME	HASIL UJI KEAUSAN
1	Nilai Kekerasan Sesuai Standart SNI	-	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$ Mm <sup>2</sup> /kg
2	Joko Hari Prasetyo	35% ampas tebu + 15% serbuk besi + 50% resin epoxy	$203 \times 10^{-6}$ mm <sup>2</sup> /kg
3	Joko Hari Prasetyo	40% ampas tebu + 10% serbuk besi + 50% resin epoxy	$342 \times 10^{-6}$ mm <sup>2</sup> /kg
4	Joko Hari Prasetyo	45% ampas tebu + 5% serbuk besi + 50% resin epoxy	$578 \times 10^{-6}$ mm <sup>2</sup> /kg

Sumber: Dok. Pribadi

Membandingkan hasil uji keausan sesuai standart SNI dengan nilai  $5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/kg dengan penelitian yang telah dilakukan, pada nomer 2 dengan fraksi volume campuran 35% : 15% : 50% mendapatkan hasil rata-rata keausan sebesar  $203 \times 10^{-6}$  mm<sup>2</sup>/kg, dan pada nomer 3 dengan fraksi volume campuran 40% : 10% : 50% mendapatkan hasil rata-rata keausan sebesar  $342 \times 10^{-6}$  mm<sup>2</sup>/kg, dan pada nomer 4 dengan fraksi volume campuran 45% : 5% : 50% mendapatkan hasil rata rata keausan sebesar  $578 \times 10^{-6}$  mm<sup>2</sup>/kg.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap material komposit ampas tebu dan serbuk besi bermatriks resin epoxy dapat di ambil kesimpulan yaitu Pengaruh fraksi volume pada uji kekerasan Durometer untuk hasil kekerasan tertinggi berada pada fraksi volume ke 1 yaitu dengan campuran 35% ampas tebu 15% serbuk besi dan 50% resin epoxy dengan mendapatkan nilai sebesar 72,5 HD, dikarenakan pada fraksi volume ke 1 memiliki campuran serbuk besi tertinggi yaitu 15%, sehingga semakin banyak campuran serbuk besi maka spesimen akan menjadi semakin keras dan Pengaruh fraksi volume pada uji keausan Oghosi untuk hasil keausan terendah berada pada fraksi volume ke 1 yaitu dengan campuran 35% ampas tebu 15% serbuk besi dan 50% resin epoxy dengan mendapatkan nilai sebesar 0,000203

Ws;mm<sup>3</sup>/kg.m, dikarenakan pada fraksi volume ke 1 memiliki campuran ampas tebu terendah yaitu 35%, sehingga semakin sedikit campuran ampas tebu maka semakin sedikit tergoresnya permukaan spesimen atau semakin rendah nilai keausannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fakri Sugianto, M. dan Radityaningrum, A.D. 2020. “Kelayakan Kampas Rem Sepeda Motor Non Asbestos Dari Bahan Ampas Tebu (Bagasse).” *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA* 18(1):1–6. doi: 10.36456/waktu.v18i01.2281.
- [2] Guntoro, Yosephine, I.O. dan Simanjuntak, S. 2021. “Pemanfaatan Serat Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor.” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)* 10(2):155. doi: 10.23960/jtep-1.v10i2.155-160.
- [3] Kosjoko. 2021. “Serbuk Kayu Jati (*Tectona Grandis* L.F) Sebagai Bahan Penguat Komposit Brake Pad Sepeda Motor Bermatriks Epoxy.” *J-Proteksion* 6(1):16–19. doi: 10.32528/jp.v6i1.4979.
- [4] Mulyani, L, Setiawan, F, dan Sofyan, E. 2022. “ANALISIS KARAKTERISTIK KEAUSAN MATERIAL DENGAN MATRIKS RESIN MENGGUNAKAN FILLER SERAT BAMBU DAN PASIR BESI.” 8(1):103–11.
- [5] Maryanti, B, dan Anggono, M.A.T. 2020. “Studi Ekperimental Keausan Kampas Rem Komposit Serat Kulit Durian Dan Serbuk Aluminium Dengan Resin Vinylester.” *Jurnal Penelitian Enjiniring* 24(2):142–47. doi: 10.25042/jpe.112020.06.
- [6] Hadi, Q, dan Zamheri, A. 2017. “Serbuk Besi Dan Matrik Resin Terhadap Keausan.” 9(April):25–32.

