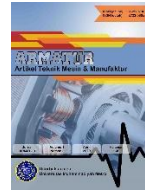


Contents list available at [Sinta](https://sinta)**A R M A T U R**

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.unmetro.ac.id/index.php/armatur>**Uji keausan dan uji kekerasan pada kampas rem berbahan Pirolisis tempurung kelapa sawit dengan matriks epoxy**Nely Ana Mufarida^{1*}, Mulyaddi²^{1,2}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata No. 49 Jember, Jawa Timur, Indonesia**A R T I C L E
I N F O**

Keywords:
Brake canvass;
Environmentally friendly;
Palm oil; Pyrolysis; Epoxy resin

A B S T R A C T

This research responds to the industry's need for environmentally friendly brake linings as an alternative to asbestos brake linings. The main focus is combining palm oil shell powder with epoxy resin as the matrix. This experiment involves varying the volume fraction and pyrolysis temperature to optimize the hardness of the pyrolysis brake lining which shows the shrinkage of palm shell powder at temperatures of 400°C, 450°C and 500°C, giving results for manufacture of brake linings. Hardness testing with a durometer showed that a mixed formulation of 50% palm shell powder + 50% epoxy resin at a temperature of 400°C gave the highest hardness (72 HD) but experienced a decrease in temperature of 500 oC (53.3 HD). Hardness test analysis according to SNI standards shows that the formulation of 50% + 50% palm shell powder and epoxy resin at a temperature of 400 oC meets SNI standards (72 HD). However, this research highlights further development to achieve optimal development in brake lining hardness, this research contributes to the development of environmentally friendly alternative brake linings with positive results in hardness tests.

Pendahuluan

Perkembangan dunia otomotif sekarang sudah semakin meningkat, dengan seiring berjalannya waktu hal yang wajib dimiliki semua orang, khususnya kendaraan

bermotor. Saat ini kendaraan bermotor pada umumnya memiliki kecepatan dari rendah kecepatan tinggi dengan seiring kemajuan teknologi pada kendaraan bermotor.

*Corresponding author: nelyana@unmuhjember.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i2.6302>

Received 5 Juli 2025; Received in revised form 28 september 2025; Accepted form 28 september 2025

Available online 30 september 2025

Semakin berkembangnya teknologi dalam bidang dunia otomotif banyak sekali perkembangan kualitas dalam meningkatkan mutu produktifitas yaitu salah satunya adalah sistem breaking atau pengereman, sistem pengereman memiliki fungsi untuk memperlambat atau mengurangi kecepatan laju kendaraan bermotor. Pada saat kendaraan berkecepatan tinggi kampas rem memiliki peran yang sangat penting, sehingga menunjang keselamatan jiwa pengendara tergantung pada kualitas dari kampas rem. kampas rem sebagai komponen yang harus ada serta bekerja dengan baik untuk menunjang keselamatan pengendara dan orang lain. Kampas rem merupakan salah satu komposit polimer yang terbentuk antara perpaduan berbagai bahan yang memiliki sifat fisik maupun kimia yang sangat berbeda, antara lain bahan pengikat, bahan serat dan bahan pengisi [1]

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, *resin, friction additive, filler*, serpihan logam, karet sintesis dan keramik kampas cakram sepeda motor yang ada di pasaran. saat ini kebanyakan terbuat dari bahan asbes dan ada yang terbuat dari bahan non asbes, keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Kampas rem asbestos akan terjadi blong atau tidak bekerja pada suhu pengereman di atas 200°C yang dapat menyebabkan kecelakaan, hal ini disebabkan karena kandungan resin yang sangat tinggi.

Sedangkan untuk kampas rem yang terbuat dari *non asbestos* lebih tahan panas pada saat terjadi rem blong pada suhu pengereman di atas 350°C, hal ini karena serat selulosa dapat meredam panas lebih baik dibandingkan serat *asbes*[2]

Bahan baku pembuatan kampas rem yang terbuat dari limbah biomassa seperti kayu jati, mahoni, tempurung kelapa merupakan upaya dalam mengatasi permasalahan yang ada pada saat ini. Kampas rem alternatif

yang terbuat dari gergajian kayu jati salah satu material, bisa dicampur dengan pakai silikon ber-resin phenolic. Limbah biomassa kayu jati, mahoni dan tempurung kelapa, merupakan material kayu yang keras dan ulet. Kalau kita lihat pohon tersebut merupakan jenis material yang diunggulkan, karena mempunyai sifat yang keras dan ulet [3]

Salah satunya adalah cangkang sawit yang banyak dijumpai di pabrik kelapa sawit (PKS). Terutama di daerah Sulawesi, Sumatera, dan Kalimantan yang terkenal luas kebun kelapa sawitnya, dan juga memiliki banyak pabrik kelapa sawit (PKS). Cangkang sawit adalah salah satu bahan sisa dari pembakaran bahan bakar terutama cangkang sawit. Cangkang sawit ini tidak terpakai dan jika ditumpuk begitu saja di suatu tempat dapat membawa pengaruh yang kurang baik bagi kelestarian lingkungan [4]

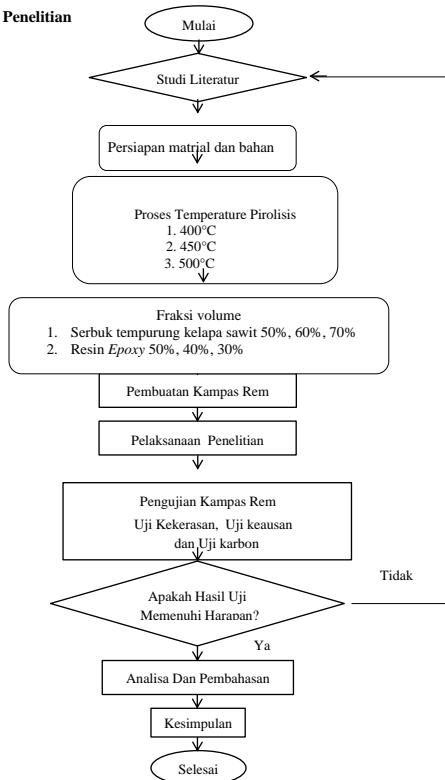
Brake pad berbahan limbah pertanian telah banyak diteliti. Penggunaan material serat sabut kelapa sebagai material *brake pad* non asbestos telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa sampai 10 %, laju keausan dari *brake pad* semakin menurun yaitu sebesar 0,03580 g/km. *Brake pad* berbahan cangkang kelapa sawit telah dilakukan, cangkang kelapa sawit digunakan untuk mengganti bahan *asbes* yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Hasil penelitian menyebutkan keausan meningkat tidak terkendali jika kecepatan kendaraan diatas 80 km/jam [4]

Dari latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang material kampas rem alternatif berbahan dasar serbuk tempurung kelapa sawit yang di pirolisis dan *resin epoxy* sebagai matriknya. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah kampas rem memiliki sifat kekerasan yang baik dan tahan terhadap keausan, serta sebagai 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 independen (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.

3.3 Diagram Penelitian



Tabel 3. 1 Tabel Penelitian Uji Kekerasan Dengan Temperatur 400 (°C)

No.	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Rata-rata
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	400 (°C)	1				
		2				
		3				

Tabel 3. 2 Tabel Penelitian Uji Kekerasan Dengan Temperatur 450 (°C)

No.	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Rata-rata
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	450 (°C)	1				
		2				
		3				

Tabel 3. 3 Tabel Penelitian Uji Kekerasan Dengan Temperatur 500 (°C)

No.	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Rata-rata
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	500 (°C)	1				
		2				
		3				

Hasil dan Pembahasan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis yang kemudian diketahui hasil pirolisis menunjukkan, bahwa setelah di proses pirolisis dengan temperatur 400°C serbuk tempurung kelapa sawit menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 216 gram, sedangkan pirolisis dengan temperatur 450°C serbuk tempurung kelapa sawit menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 198 gram dan pada pirolisis dengan temperatur 500 °C serbuk tempurung kelapa sawit juga menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 169 gram. Berikut adalah hasil pirolisi dalam bentuk tabel.

Tabel 4. 1 Hasil Pirolisis Serbuk Tempurung Kelapa Sawit.

No	Bahan	Temperatur	Sebelum Pirolisis	Sesudah Pirolisis	Penahan
1	Serbuk tempurung kelapa sawit	400°C	350 gram	216 gram	3 jam
2	Serbuk tempurung kelapa sawit	450°C	350 gram	198 gram	3 jam
3	Serbuk tempurung kelapa sawit	500°C	350 gram	169 gram	3 jam

Pada tabel nomor satu diatas menunjukkan hasil dari temperatur serbuk tempurung

kelapa sawit yang dipirolisis Setelah di pirolisis dengan tempratur 400°C serbuk tempurung kelapa sawit menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 216 gram, dan pada tabel nomor dua di atas pirolisis dengan tempratur 450°C serbuk tempurung kelapa sawit menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 198 gram sedangkan untuk pada tabel nomor tiga pirolisis dengan tempratur 500°C serbuk kayu jati juga menyusut yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 169 gram.

Analisis Data Hasil Uji Keausan Oghosi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji keausan Oghosi. Dengan demikian pengujian keausan kampas rem dengan bahan serbuk tempurung kelapa sawit dan resin epoxy , dimana setiap spesimen akan dibandingkan dalam tabel dan sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Data Hasil Uji Keausan

No	Kode Spesi men	Nilai b0 (mm)	B (mm)	r (mm)	P0 (kg)	l0 (m)	Keausan Spesifik (Ws) (mm ³ /kg.m)	Rata-Rata
1		1.5248	3	13	6.36	15	0.001071959	0.001070705
2	400°C	1.4144	3	13	6.36	15	0.000855571	
3		1.6196	3	13	6.36	15	0.001284585	
4		1.2344	3	13	6.36	15	0.000568731	0.000672087
5	450°C	1.3568	3	13	6.36	15	0.000755244	
6		1.3180	3	13	6.36	15	0.000692286	
7		1.3544	3	13	6.36	15	0.000751243	0.000754542
8	500°C	1.3164	3	13	6.36	15	0.000689768	
9		1.3960	3	13	6.36	15	0.000822613	

Keterangan tabel

- b0=:Tebal piringan pengaus(mm)
- B : Panjang goresan(mm)
- r :Jari-jari piringan pengaus(mm)
- P0 : Beban yang di gunakan(kg)
- l :Jarak tempuh dari proses pengausan(mm)

- w : Volume tergores (keausan) (mm²)
- Ws : Nilai keausan spesifik (mm³/kg.m)

Hasil dari pengujian keausan oghosi berbahan serbuk tempurung kelapa sawit dan resin epoxy pada spesimen pertama suhu 400oC, serbuk tempurung kelapa sawit 50% + 50% Resin Epoxy pada titik 1 mendapat nilai keausan sebesar 0.001071959 Ws;mm³ /kg.m, dan pada titik ke 2 sebesar 0.000855571 Ws;mm³ /kg.m, dan pada titik ke 3 sebesar 0.001284585 Ws;mm³ /kg.m dan didapatkan nilai rata-rata: 0,001070705Ws;mm³ /kg.m.

Pada spesimen yang kedua dengan campuran fraksi volume berbahan serbuk tempurung kelapa sawit dan resin epoxy dengan suhu 450°C, pada titik ke 1 mendapat hasil keausan sebesar 0.000568731 Ws;mm³ /kg.m, pada titik 2 sebesar 0.000755244 Ws;mm³ /kg.m, dan pada titik ke 3 sebesar 0.000692286 Ws;mm³ /kg.m, dan didapatkan nilai rata-rata: 0,000672087 Ws;mm³ /kg.m.

Pada spesimen ke 3 dengan campuran fraksi volume serbuk tempurung kelapa sawit dan resin epoxy dengan suhu 500°C, pada titik ke 1 mendapat hasil keausan sebesar 0.000751243 Ws;mm³ /kg.m, pada titik ke 2 mendapat nilai sebesar 0.000689768 Ws;mm³ /kg.m, pada titik ke 3 mendapatkan hasil keausan sebesar 0.000822613 Ws;mm³

/kg.m, dan didapatkan nilai rata-rata: 0,000754542Ws;mm³ /kg.m

Dari data yang di dapat keausan tertinggi didapatkan pada spesimen ke 1 yaitu dengan suhu pirolisis 400°C dan keausan terrendah didapatkan pada spesimen ke 2 yaitu dengan suhu pirolisis 450°C.

Kesimpulan

Pada spesimen satu Kanpas rem dengan bahan serbuk cangkang kelapa sawit dengan

