

Studi Ekperimental Keausan Kampas Rem Komposit Serat Kulit Durian dan Serbuk Aluminium dengan Resin Vinylester

Budha Maryanti^{1*}, Muhammad Anggun Tri Anggono¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya Gunung Bahagia Balikpapan

*Email: budha_maryanti@yahoo.com

DOI: 10.25042/jpe.112020.06

Abstrak

Kampas rem adalah salah satu komponen kendaraan yang berfungsi memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kampas rem pada umumnya terbuat dari asbestos yang tidak ramah lingkungan. Oleh sebab itu peneliti mencoba membuat kampas rem sepeda motor dari bahan non-asbestos yaitu memanfaatkan limbah serat kulit durian dan serbuk aluminium yang memiliki sifat ringan dan tahan korosi, serta menggunakan resin vinylester dengan variasi perbedaan fraksi volume. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa komposisi fraksi volume terbaik kampas rem melalui uji keausan. Pembuatan spesimen untuk uji keausan sebanyak 3 sampel. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan hasil untuk laju keausan tertinggi pada sampel ketiga sebesar $7,762 \times 10^{-7}$ g/mm².detik dengan perbandingan resin 40%, serat kulit durian 20%, dan serbuk aluminium 40%.

Abstract

Experimental Study of the Deauty of Durian Leather Fiber Composite and Aluminum Powder Composite Brake Combat with Vinylester Resin. Brake pads are a component of a vehicle that slows and stops the vehicle. Brake pads are generally made of asbestos which is not environmentally friendly. Therefore, the researchers tried to make motorcycle brake pads from non-asbestos materials, namely utilizing durian skin fiber waste and aluminum powder which have lightweight and corrosion-resistant properties, and using vinylester resin with variations in volume fraction differences. The purpose of this study was to analyze the composition of the best volume fraction of brake pads through wear testing. Making specimens for wear testing as many as 3 samples. From the results of this study, it can be concluded that the results for the highest wear rate in the third sample are 7.762×10^{-7} g/mm².sec with a ratio of 40% resin, 20% durian skin fiber, and 40% aluminum powder.

Kata Kunci: Kampas rem sepeda motor, komposit, laju keausan, resin vinylester, serat kulit durian, serbuk aluminium

1. Pendahuluan

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan terhadap material kampas rem yang ramah lingkungan dan pemanfaatan limbah serat durian. Durian merupakan tanaman yang berbuah sepanjang tahun dengan jumlah melimpah. Produksi buah durian di Kalimantan Timur pada tahun 2018 mencapai 4.100 ton. Konsumsi buah durian yang melimpah mengakibatkan sampah kulit durian menjadi meningkat [1].

Limbah dan sampah yang menumpuk akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan merusak keindahan oleh sebab itu perlu dilakukan suatu cara untuk memanfaatkan limbah kulit durian yang menumpuk agar tidak menjadi sampah. Berbagai bahan telah banyak digunakan dan dimodifikasi untuk menghasilkan material yang tepat guna dalam aplikasinya baik dalam bidang

industri ataupun kebutuhan rumah tangga salah satunya adalah komposit.

Kulit durian dimanfaatkan sebagai bahan komposit. Material kulit durian merupakan bahan komposit yang ringan namun kuat. Serat-serat kulit durian kering dapat dimanfaatkan sebagai penguat karena strukturnya yang kaku. Kulit durian tersedia banyak serta mudah ditemukan di daerah Kalimantan [2].

Studi tentang kekuatan material komposit sangat jarang dijumpai, terutama material yang terbuat dari bahan alami. Karena alasan inilah peneliti tertarik untuk meneliti tentang pembuatan kampas rem cakram dari komposit melalui proses yang standar secara ilmiah, agar kampas rem dapat mudah dibuat oleh orang awam dan ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan serat kulit durian, dan serbuk aluminium dengan matriks resin *vinylester*, akan



diuji dengan pengujian laju keausan dan pengujian impact.

Komposit merupakan suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing bahan pembentuknya [3]. Material komposit memiliki beberapa keunggulan daripada material logam diantaranya, ketahanan terhadap korosi, bobot yang lebih ringan, biaya perakitan yang lebih murah.

Bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem. Material komposit tersusun dari dua tipe material penyusun yakni matriks dan fiber (*reinforcement*). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, fiber berfungsi sebagai rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan fiber dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, namun ringan.

Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, namun merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi. Banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, baik pada kalangan industri besar dan kecil maupun pada kalangan rumah tangga. 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 [4]. Serbuk aluminium memiliki banyak manfaat diantaranya adalah dapat digunakan sebagai komponen otomotif karena tahan terhadap korosi dan mudah dibentuk, bahan konstruksi karena awet dan ringan, pembungkus makanan karena tidak terkontaminasi racun, transmisi listrik dan produk peralatan makanan karena sifatnya yang tahan panas serta dapat dengan mudah didaur ulang.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa komposisi fraksi volume terbaik kampas rem melalui uji keausan. Fungsi utama rem adalah menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros dan mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Efek pengereman secara mekanis diperoleh dengan gesekan, dan secara listrik dengan serbuk magnet, arus pusar, fasa yang dibalik, arus searah yang dibalik atau penukaran

kutub. Pada penelitian ini kampas rem yang dibuat termasuk dalam jenis rem blok tunggal dan ganda serta rem cakram karena jenis ini yang paling banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Kampas rem atau *brake pad* adalah komponen yang berfungsi menekan piringan rem saat proses pengereman diaplikasikan. Untuk menghasilkan pengereman yang optimal, *brake pad* harus memiliki gaya gesek yang besar dan dapat pula menahan panas.

Sejak 1870, roda mulai dibuat menggunakan besi untuk mengurangi keausan kayu. Pada waktu itu bidang gesek rem juga menggunakan besi. Penggunaan besi untuk bidang gesek rem ini memang membuatnya lebih awet, namun rem kurang pakem. Memasuki 1897, mulailah digunakan rem jenis tromol pada kendaraan, Kampas yang digunakan menggunakan bahan campuran sabut dengan kain katun (*cotton belting*). Selanjutnya sekitar 1908, bahan asbestos mulai digunakan.

Asbestos merupakan paduan kuningan dan serat metal yang disatukan. Hingga 1920, kampas rem mulai dicetak dengan serat metal dengan ukuran lebih pendek, logam kuningan yang lebih halus serta tambahan bahan organik. Namun pada 1994, ditemukan kalau asbestos mengandung zat karsinogen yang dituding sebagai salah satu zat penyebab kanker paru-paru. Sejak itu, produksinya pun mulai dihentikan. Sebagai gantinya adalah penggunaan brass, copper fiber dan aramid pulp. Kampas rem non-asbestos ini terbagi 2, yakni *low steel* yang masih mengandung besi meski sedikit dan *non-steel* yang tidak menggunakan besi.

Keausan adalah kehilangan material secara progresif dari suatu permukaan sebagai hasil pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Pengujian laju keausan dinyatakan dengan jumlah pengurangan spesimen tiap satuan luas bidang kontak dan lama pengausan.

Pengujian laju keausan dilakukan pada sepeda motor. Untuk perhitungan laju keausan dan umur pakai dicari dengan persamaan bawah ini [5]:

$$W = \frac{W_o - W_1}{A \cdot t} \quad (1)$$



$$Lt = \frac{\text{massa awal}}{\text{massa akhir}} \times \text{lama pengereman} \quad (2)$$

dimana

- W = Laju keausan (g/mm².detik)
- Wo = Berat awal spesimen (gram)
- Wl = Berat akhir spesimen (gram)
- A = Luas bidang kontak (mm²)
- t = Waktu (detik)
- Lt = Umur pakai

2. Metode Penelitian

Objek penelitian adalah kampas rem cakram bagian roda depan sepeda motor scoopy tahun 2015 yang terbuat dari komposit berpenguat serat kulit durian dan serbuk aluminium dengan matriks resin *vinylester*. Bentuk spesimen uji keausan kampas rem berbahan serat durian dan serbuk aluminium seperti gambar berikut:



Gambar 1. Kampas rem



Gambar 2. Kulit bagian dalam durian

Pada penelitian ini penulis menentukan variabel bebas berupa komposisi matriks dan filler penyusun kampas rem komposit yang berupa variasi volume serat durian dalam spesimen uji keausan 20%, 30%, 40% serat durian dan serbuk aluminium menggunakan *vinylester resin*. Variabel terikat mengacu pada nilai laju keausan dan kekuatan impact. Variabel kontrol, yaitu jarak dan kecepatan yang digunakan dalam pengujian keausan kampas rem cakram.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Penelitian

Penelitian komposit kampas rem untuk melihat sifat mekanik dari material pembentuknya yaitu serat durian dan serbuk aluminium. Penelitian dilakukan dalam kawasan kampus di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan (UNIBA).

Pembuatan spesimen uji *impact* mengacu pada standar ASTM D5942-96, dimana bentuk geometri dari benda uji memiliki panjang 80 mm, lebar 10 mm, dan tebal 8 mm. Benda uji impact sendiri yang dipersiapkan sebanyak 3 buah.

Pembuatan spesimen uji keausan mengacu pada standar ASTM G 99-95 dengan bentuk geometri persegi panjang yang berdimensi panjang 5 mm, lebar 26 mm, dan tebal 55 mm. Benda uji dibagi ke dalam 3 kelompok besar dan tiap kelompok terdapat 3 sampel dan contoh sampel sebanyak 3 buah (kiri dan kanan) seperti tertera pada tabel di bawah.

Tabel 1. Komposisi komposit uji keausan dan uji impact

Sampel	Komposisi bahan uji (%)		
	Serat durian (gram)	Serbuk aluminium (gram)	Resin vinylester (gram)
1	20	40	40
2	30	30	40
3	40	20	40



Gambar 3. Spesimen kampas rem sebelum uji keausan



Gambar 4. Spesimen sebelum uji impact

3.2. Hasil Pengujian

1) Pengujian laju keausan

Setelah spesimen komposit berbentuk kampas rem seperti Gambar 3 siap digunakan, mulai dilakukan uji keausan. Kecepatan yang digunakan untuk menghasilkan goresan atau guratan pada kampas rem sebesar 50 km/jam menggunakan sepeda motor Honda scoopy. Sedangkan banyak pengereman dilakukan sebanyak 50 kali dengan durasi pengereman sebesar 20 detik. Sehingga durasi waktu

pengereman diperoleh dari hasil perkalian durasi waktu (20 detik) dan banyak pengereman (50 kali).

Hasil pengujian keausan berbanding lurus dengan besarnya jumlah material yang terkikis atau hilang dan panjangnya lintasan yang dilalui. Berikut tabel hasil perhitungan laju keausan dan umur pakai kampas rem komposit serat durian dan serbuk aluminium dengan resin vinylester.

Tabel 2. Hasil perhitungan laju keausan dan umur pakai kampas rem

Jenis Kampas	Kecepatan (V) km/jam	Waktu (t) detik	Berat Awal (W ₀)		Berat Akhir (W ₁)		Luas Penampang (A) mm ²	Laju Keausan (W)		Life Time (Lt)		
			L	R	L	R		L	R	detik	jam	hari
			gram		gram			g/mm ² .detik				
Sample 1	50	1000	52,58	53,68	52,45	52,52	1430	9,09E-08	8,112E-08	82372,1	22,88	6,39
Sample 2	50	1000	52,74	53,48	52,54	52,35	1430	9,39E-08	7,902E-08	83543,3	23,20	6,44
Sample 1	50	1000	52,35	53,36	52,35	52,45	1430	1,39E-07	7,762E-07	81000	22,5	6,25



Gambar 5. Spesimen kampas rem setelah uji keausan

Tabel 2 menunjukkan komposit serat durian dan serbuk aluminium terbaik dengan komposisi vinylester resin 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20% sampel 3 sebesar $7,762 \times 10^{-7}$ g/mm².detik untuk bagian kanan kampas rem dan untuk sebelah kiri dengan komposisi vinylester resin 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20% sampel 3 sebesar $1,3986 \times 10^{-7}$ g/mm².detik untuk bagian kiri. Sedangkan hasil pengujian terendah pada sampel 1 sebesar $9,0991 \times 10^{-8}$ g/mm².detik untuk bagian kiri dan sampel 2 sebesar $7,902 \times 10^{-8}$ g/mm².detik untuk bagian kanan.

Hal ini menunjukkan bahwa kampas rem serat durian dan serbuk aluminium sebelah kanan lebih cepat mengalami keausan

dibandingkan sebelah kiri. Perbedaan berat kampas rem setelah pengujian sangat signifikan pada kampas rem sebelah kanan sebesar 1,33 gram (53,68 g-52,52 gram) dan sebelah kiri sebesar 0,2 g (52,74 gram -52,54 gram).

Hasil perhitungan laju keausan kampas rem dapat memprediksi umur pakai kampas rem. Lamanya pengereman dilakukan sebanyak 50 kali ditahan selama 20 detik. Sehingga umur pakai dapat dikalkulasikan dengan perbandingan selisih berat (*weigh loss*) dari berat akhir dan berat awal. Hasil penelitian seperti pada tabel 2 menunjukkan nilai *lifetime* tertinggi sebesar 6,39 hari pada sampel 2 dengan komposisi resin 40%, serat durian 30%, dan serbuk aluminium 30% dan terendah sebesar 6,25 hari pada sampel 3 dengan komposisi resin 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20%.

2) Pengujian impact

Pengujian kekuatan mekanik komposit kampas rem diperkuat serat durian dan serbuk aluminium menggunakan metode *impact Charpy*.

Tabel 3. Hasil perhitungan kekuatan impak

Volume (%)	Spesimen	Luas Penampang (mm)	Jarak Lengan Pengayun (cm)	Massa Pendulum (kg)	Sudut Tegangan	Sudut Regangan	Cos($\beta-\alpha$)	Energi Terserap (Joule)	Harga Impact (Joule/mm ²)	
		A	λ	G	α	β		Eserap	HI	
RE 40% Sd 20% SAI 40%	1	8	2,5	50	24	0,913	14	0,0568	20,85	0,2606
RE 40% Sd 30% SAI 20%	2	8	2,5	50	24	0,913	15	0,0524	19,24	0,2405
RE 40% Sd 40% SAI 20%	3	8	2,5	50	24	0,913	16	0,0477	17,53	0,2191



Gambar 6. Spesimen setelah uji impak

Hasil pengujian impak berbanding lurus antara kemampuan material menyerap energi atau beban yang diberikan terhadap luasan area benda uji. Pada tabel 3 menunjukkan komposit serat durian dan serbuk aluminium terbaik dengan komposisi *Vinylester Resin* 40%, serat durian 20%, dan serbuk aluminium 40% sebesar 0,8867 Kg/cm pada sampel I, dimana luas penampang benda 8 cm² mampu menyerap energi atau benturan beban sebesar 50 kg hingga mencapai patah. Sedangkan hasil pengujian terendah pada sampel 3 sebesar 0,7456 Kg/cm dengan komposisi *Vinylester Resin* 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20%, dimana energi yang mampu diserap benda uji hingga mencapai patah.

Pada pengujian impak menunjukkan bahwa pengaruh fraksi volume dari matrik sangat menentukan kekuatan komposit. Kekuatan mekanik komposit serat durian dan serbuk aluminium menunjukkan terjadinya penurunan secara perlahan dari kekuatan komposit. Pada tabel 3 menunjukkan kekuatan maksimum komposit mampu menahan beban sebesar 50 kg terdapat pada sampel 1 sebesar 20,85 *Joule*. Fraksi volume penguat komposit berpengaruh signifikan terhadap kekuatan komposit, hal ini diperkuat dengan hasil temuan bahwa semakin tinggi serat durian dan semakin rendah serbuk aluminium maka kekuatan komposit akan menurun.

4. Kesimpulan

Pengujian laju keausan komposit kampas rem sepeda motor dilakukan berpasangan (kanan dan kiri). Perbedaan berat menjadi dasar dari perhitungan laju keausan komposit, hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya perbedaan signifikan antara kampas rem bagian kanan dan kiri. Disamping itu laju keausan kampas rem juga dipengaruhi oleh fraksi volume komposit. Penelitian ini menunjukkan bahwa laju keausan tertinggi terjadi pada sampel 3 dengan nilai $1,3986 \times 10^{-8}$ g/mm².detik dengan komposisi fraksi volume *vinylester resin* 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20%. Sedangkan laju keausan terendah terdapat pada sampel I sebesar $9,09091 \times 10^{-8}$ g/mm².detik dengan komposisi fraksi volume *vinylester resin* 40%, serat durian 20%, dan serbuk aluminium 40% pada kampas rem bagian kiri.

Sangat kontras terjadi dengan kampas rem sebelah kanan, karena data hasil penelitian menunjukkan laju keausan tertinggi terjadi pada sampel 3 sebesar $7,762 \times 10^{-7}$ g/mm².detik dengan fraksi volume *vinylester resin* 40%, serat durian 40%, dan serbuk aluminium 20% dan terendah pada sampel 1 sebesar $8,112 \times 10^{-8}$ g/mm².detik fraksi volume *vinylester resin* 40%, serat durian 20%, dan serbuk aluminium 40%.

Kekuatan impak terbaik pada sampel 1 sebesar 20,85 *Joule* dengan komposisi perbandingan fraksi volume *vinylester resin* 40%, serat durian 20%, dan serbuk aluminium 40%. Penurunan kekuatan impak perlahan turun hingga titik terendahnya pada sampel 3 sebesar

17,53 *Joule* kg/cm dengan komposisi perbandingan fraksi volume *vinylester resin* 40%, seratdurian 40%, dan serbuk aluminium 20%. Perbedaan fraksi volume menunjukkan bahwa penguat komposit sangat mempengaruhi kekuatan komposit serat durian dan serbuk aluminium, hal ini diperkuat dengan semakin tinggi persentase volume dari serat durian dan semakin kecil serbuk aluminium maka kekuatan komposit semakin kecil.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih pada Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan yang telah memfasilitasi mulai dari pembuatan spesimen, pengujian, sampai pengambilan data.

Referensi

- [1] Badan Penelitian Statistik (BPS), "Produksi Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan di Indonesia." <http://www.bps.go.id>.
- [2] Suherti, F. Diba, and N. Haida, "Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Kulit Durian dengan Konsentrasi Urea Formaldehid yang Berbeda," *J. Hutan Lestari*, vol. 2, no. 3, pp. 510–516, 2014.
- [3] Hartono., M. Rifai, and H. Subawi, *Pengenalan Teknik Komposit*. Yogyakarta: DeepPublish, 2016.
- [4] S. Surdia, T., Shinroku, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitra, 2005.
- [5] Pratama, "Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat Fly Ash Batu Bara," Universitas Hasanuddin, 2013.

