

KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI Pengereman KAMPAS REM SERAT BAMBUNY SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM MOBIL

Aditya Eko Saputro, Ranto, Yuyun Estriyanto

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, UNS.

Kampus V UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani Nomor 200, Surakarta, Telp/Fax (0271) 718419.

e-mail : aditya.uns11@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research were: (1) To learn the effect of composition variations with materials bamboo powders, Aluminium (Al), magnesium oxide (MgO), and polyester resin toward the friction coefficient value at the braking performance test. (2) To learn the composition variation brake pad with material friction bamboo powders the most ideal friction coefficient value with Nissin brake pad as comparison. (3) To compared braking power of car brake shoe with bamboo powders supplements as composite materials to standard Nissin brake pad. This study was an experimental study with descriptive quantitative data processing. Data were obtained by using prony brake engine braking performance test. The sample processed by making 3 composition of brake lining, each composition is made of 3 pieces of samples into (1A, 1B, 1C; 2A, 2B, 2C; 3A, 3B, 3C). Data obtained from the results of research put into a table and displayed in graphical form, then analyzed. Based on the result of this study concluded that: (1) Variations composition the brake lining effect on the value of friction coefficient in the braking performance test. The increasing percentage composition of bamboo powder, will lower the braking performance (friction coefficient) brake lining samples, as well as the increasing percentage of magnesium oxide (MgO) then also improve braking performance (friction coefficient). (2) The best friction coefficient is composition sample 1 with composition of 35% bamboo powder, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15% by 0,404 friction coefficient value. (3) From the research results can be know that car brake shoe with bamboo powders supplements as composite materials have the good friction coefficient more than Nissin brake pad if the review from results the braking performance (friction coefficient).

Keywords: brake lining, braking performance, friction coefficient, prony brake, bamboo powder

A. PENDAHULUAN

Perkembangan transportasi sekarang ini sudah sangat maju. Para produsen otomotif berlomba-lomba membuat produk yang berkualitas tinggi tetapi dengan biaya produksi yang serendah mungkin sehingga memunculkan karya-karya inovasi terbaru. Khususnya adalah penggunaan inovasi komposit. Bahan komposit banyak dilirik oleh

berbagai bidang dikarenakan keistimewaan sifat yang renewable atau terbarukan.

Salah satu produk komposit pada kendaraan adalah adanya kampas rem. Kampas rem merupakan media yang berfungsi untuk memperlambat maupun menghentikan laju kendaraan, terutama pada saat kendaraan berkecepatan tinggi fungsi kampas rem memiliki beban mencapai 90%

dari komponen lainnya. Kampas rem memiliki peranan yang sangat penting, bahkan keselamatan jiwa manusia tergantung pada kualitas dari komponen tersebut.

Fakta menunjukkan bahwa saat ini di pasaran banyak kampas rem yang terbuat dari bahan *asbestos*. Hal itu dikarenakan harga dari kampas rem berbahan *asbestos* ini murah. Pada kenyataannya kampas rem berbahan *asbestos* hanya mampu bertahan pada suhu 200° C dan debu dari kampas rem ini sangat beracun yang dapat menyebabkan *fibrosis* (penebalan dan luka gores pada paru-paru), apabila kampas rem ini terkena air maka daya pengeremannya akan terganggu. Berbeda dengan kampas rem berbahan *non asbestos* yang mampu bertahan hingga suhu di atas 300° C dan kampas rem berbahan *non asbestos* tidak menghasilkan debu yang beracun sehingga ramah lingkungan dan apabila terkena air daya pengeremannya masih bisa optimal (Desi Kiswiranti, 2007). Kampas rem berbahan *non asbestos* yang ramah lingkungan dan tidak mengganggu kesehatan serta dengan harga yang relatif murah merupakan salah satu alternatif yang tepat dari produk komposit kampas rem.

Komposit kampas rem serat bambu merupakan salah satu alternatif yang tepat dari produk komposit kampas rem. Penggunaan serat bambu dipilih karena merupakan salah satu bahan alternatif serat alam yang memiliki sifat mekanik yang baik atau sesuai dengan kebutuhan dalam bahan kampas rem. Jenis bambu yang akan

digunakan dalam penelitian ini adalah bambu ori dengan nama latin *Bambus arundinacea*. Hal ini dikarenakan bambu ori memiliki serabut yang lebih tinggi serta memiliki pola serabut yang lebih rata, selain itu juga memiliki sifat tahan terhadap serapan air serta harga yang murah (Sutikno dkk, 2002). Serat bambu yang digunakan adalah bagian kulitnya.

Penelitian dimulai dengan membuat formula campuran bahan. Setelah itu dilakukan proses pencampuran bahan-bahan sampai pembuatan kampas rem. Melalui proses penekanan dan pemanasan pada saat pencetakan akan dihasilkan kekuatan dan kekerasan kampas rem. Setelah pengujian dilakukan maka didapat hasil yang diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bahan alternatif kampas rem yang beredar di pasaran.

Penelitian ini memiliki tujuan (1) Menyelidiki pengaruh variasi komposisi bahan serat bambu, serbuk aluminium (Al), magnesium oksida (MgO) dan resin *polyester* terhadap nilai koefisien gesek pada pengujian performansi pengereman; (2) Menyelidiki variasi komposisi kampas rem dengan bahan friksi serat bambu yang paling ideal terhadap koefisien gesek dengan pembanding kampas rem Nissin; (3) Membandingkan performansi pengereman kampas rem mobil dengan memanfaatkan serat bambu sebagai salah satu bahan penyusun dengan kampas rem pembanding merk Nissin.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian komposit kampas rem menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran komposit kampas rem mobil terhadap koefisien gesek yang dihasilkan oleh spesimen uji. Penelitian ini diawali dengan pembuatan mesin *prony brake*, kemudian pembuatan kampas rem, selanjutnya pengujian kampas rem dengan mesin *prony brake*. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut adalah gaya berat pengereman dan tekanan minyak rem. Data tersebut kemudian dihitung dengan rumus *prony brake* sehingga diperoleh hasil nilai koefisien gesek kampas rem. Kampas rem perbandingan yang digunakan adalah kampas rem merk Nissin.

Kampas rem Nissin dipilih karena terbukti kualitas yang cukup baik dibandingkan kampas rem merk lain dilihat dari harganya yang berkisar diatas harga pasaran kampas rem mobil merk lain dan banyak digunakan oleh produsen-produsen kendaraan saat ini , baik produsen sepeda motor ataupun mobil sebagai kampas rem original pada produk kendaraannya.

Sampel dalam penelitian ini adalah komposit kampas rem serat bambu, serbuk aluminium (Al), Magnesium Oksida (MgO) dengan *matriks* penyusun berupa resin *polyester*. Pada penelitian ini setiap komposisi dibuat 3 spesimen. Perbandingan campuran baham kampas rem menggunakan

perbandingan fraksi massa. Adapun komposisi variasinya sebagai berikut:

1. 35 % serat bambu, 15 % Al, 35 % MgO dan 15 % resin.
2. 40 % serat bambu, 15 % Al, 30 % MgO dan 15 % resin.
3. 45 % serat bambu, 15 % Al, 25 % MgO dan 15 % resin.

Komposisi kampas rem ditambah dengan katalis sebesar 1% dari berat resin. Katalis berfungsi untuk mempercepat pengerasan komposit.

Foto makro adalah fotografi dengan jarak yang sangat dekat untuk mendapatkan detail yang tinggi namun tidak memerlukan bantuan alat pembesaran optik seperti mikroskop. Pengambilan foto makro spesimen kampas rem bertujuan untuk mengetahui kehomogenan campuran bahan di dalam spesimen kampas rem serta dapat diketahui rata atau tidaknya pencampuran bahan.

Untuk mengetahui nilai koefisien gesek kampas rem maka dilakukan pengujian dengan mesin *prony brake*. *Prony brake* merupakan salah satu alat uji torsi dan daya dimana prinsip kerjanya adalah dengan melawan torsi yang dihasilkan dengan suatu gaya pengereman. Besarnya gaya pengereman diukur dengan menambahkan suatu lengan ayun, kemudian gaya pada ujung lengan ayun diukur dengan timbangan (massa). Besarnya torsi didapat dari mengalikan gaya pengereman dengan panjang lengan ayun (K.M. Jossy, 2011).

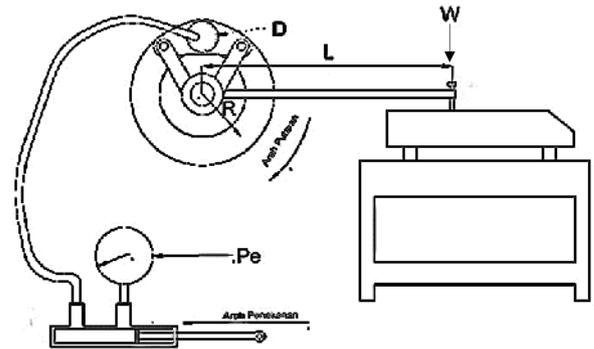
Tekanan minyak rem dapat terbaca dari manometer yang dipasang pada saluran minyak rem saat proses pengereman dilakukan. Setelah kita dapat data tersebut, kita masukan ke rumus untuk mengetahui koefisien gesek kampas rem.



Gambar 1. Mesin *Prony brake*

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *Prony brake*

Bagian	Spesifikasi
Kaliper rem	Piston tunggal tipe meluncur Merk Nissin, Honda <i>Prestige</i> depan
Diameter caliper	0,054 m
Cakram	Honda <i>Prestige</i> Depan
Jari-jari efektif pengereman	0,069 m
Panjang lengan caliper	0,535 m
Master rem	Dobel piston Tipe konvensional
Diameter master rem	0,019 m
Manometer	Tipe liquid merk Brothoterm max 350 psi
Motor	Motor AC 2 HP, 220 V, 2880 RPM
MCB	6 Ampere
Pully	Alumunium 2 jalur \varnothing 3 inchi
Belt	2 buah
Rangka	Baja leter L 50x50 mm
Ukuran Rangka	80 cm x 60 cm x 80 cm



Gambar 2. Skema Mesin *Prony brake*

Rumus perhitungan koefisien gesek mesin *prony brake* adalah sebagai berikut:

- Gaya berat : $W = m \times g$
- Torsi : $T = W \times L$
- Gaya efektif pengereman : $F_{\mu} = T / R$
- Gaya penekan kampas rem :
 $F_p = P_e \times 0,785 \times D^2$
- Koefisien Gesek $\mu = F_{\mu} / F_p$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

w = Gaya berat (N)

L = Panjang lengan (m)

m = Gaya pada timbangan (kg)

g = Percepatan grafitasi bumi (m/)

F_{μ} = Gaya efektif pengereman (N)

R = Jari-jari efektif pengereman (m)

F_p = Gaya yang menekan kampas rem (N)

P_e = Tekanan minyak rem (Pa)

D = Diameter Piston Kaliper rem (m)

μ = Koefisien gesek

Konstanta = 0,785 (/4)

Pengujian performansi pengereman dilakukan pada setiap spesimen kampas rem dan kampas rem pembanding sebanyak 6-8 kali pengujian lalu diambil rata-rata hasil pengujian yang terbaik dari setiap spesimen.

Langkah awal pengujian performansi pengereman dilakukan dengan menyiapkan spesimen kampas rem dan mengatur mesin *prony brake* beserta dengan timbangan digital pada posisinya. Memasang spesimen yang akan diuji ke mesin *prony brake*, kemudian menghubungkan mesin *prony brake* ke sumber listrik, nyalakan mesin dengan menekan saklar *ON*. Lakukan pengereman dengan menginjak pedal rem mesin *prony brake* sampai putaran berhenti.. Pada saat pengereman inilah tuas lengan yang terdapat pada mesin *prony brake* akan secara otomatis memberikan gaya tekan terhadap timbangan sehingga massa dapat dibaca oleh timbangan, serta tekanan pada minyak rem dapat dilihat pada manometer yang terpasang pada ujung selang minyak rem. Setelah kita dapat data tersebut, kita masukkan ke rumus untuk mengetahui koefisien gesek. Data pada timbangan dan data pada manometer mesin *prony brake* didokumentasikan dengan cara direkam dengan kamera.

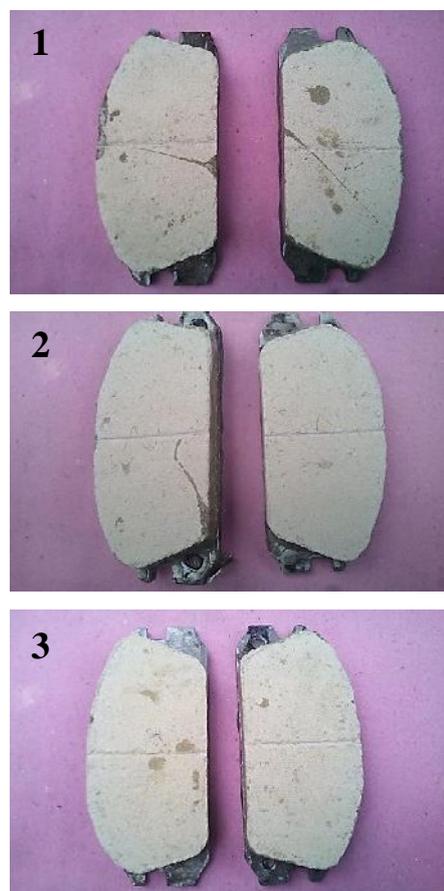
Kondisi suhu mesin *prony brake* pada saat pengujian harus stabil agar memperoleh hasil pengujian yang optimal. Kondisi ini dapat disiasati dengan menggunakan kipas angin agar mesin selalu dalam kondisi dingin, serta setelah dilakukan pengujian 3 kali mesin

diistirahatkan selama 15 menit agar dalam kondisi optimal.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan meliputi: foto spesimen kampas rem serbuk bambu, foto makro dari masing-masing komposisi dan hasil uji performansi pengereman (koefisien gesek) kampas rem serbuk bambu dan kampas rem merk Nissin.

Tujuan dari pengambilan foto spesimen yaitu untuk menampilkan hasil spesimen yang telah dibuat melalui beberapa proses atau tahap. Dari foto spesimen dapat dilihat perbedaan struktur komposisi spesimen 1, 2 dan 3.

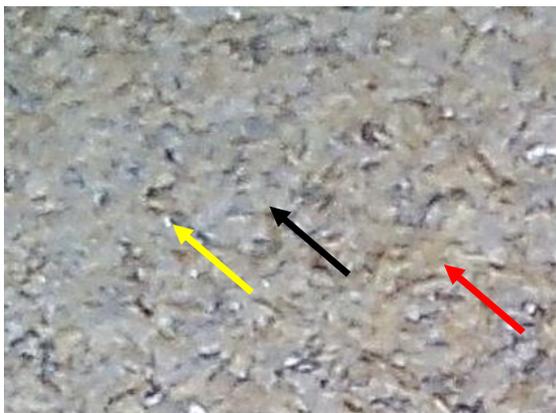


Gambar 3. Foto Spesimen Kampas Rem

Pengambilan foto makro dimaksudkan untuk mengetahui kehomogenan bahan didalam kanvas rem dan untuk mengetahui rata atau tidaknya campuran semua bahan kanvas rem. Berikut adalah hasil foto makro spesimen kanvas rem yang akan diuji:



Gambar 4. Hasil Foto Makro Komposisi 1



Gambar 5. Hasil Foto Makro Komposisi 2



Gambar 6. Hasil Foto Makro Komposisi 3

Keterangan Gambar :

-  : Serat Bambu Ori
-  : Serbuk Aluminium(Al)
-  : Magnesium Oksida(MgO)

Gambar 4, 5, 6 menunjukkan hasil foto makro dari ketiga variasi komposisi spesimen kanvas rem serat bambu ori. Terlihat bahwa campuran komposisi bahan kanvas rem sebagian sudah tercampur rata dan kelihatan saling mengikat.

Sampel 1 dengan komposisi serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15% menunjukkan campuran bahan penyusun kanvas rem sudah tercampur rata. Hal itu dikarenakan antara komposisi serat bambu dan MgO jumlahnya sama besar sehingga campuran bahan penyusun kanvas rem dapat tercampur dengan rata.

Sampel 2 dengan komposisi serat bambu 40%, aluminium 15%, MgO 30%, resin 15% menunjukkan campuran bahan penyusun kanvas rem kurang tercampur dengan rata. Disebagian titik ada serat MgO yang kurang rata dengan serat bambu. Hal ini dikarenakan antara komposisi serat bambu dan serat MgO lebih besar komposisi serat bambu jadi serat bambu terlihat mengumpul disebagian titik.

Sampel 3 dengan komposisi serat bambu 45%, aluminium 15%, MgO 25%, resin 15% menunjukkan masih terlihat campuran bahan penyusun kanvas rem yang

kurang rata. Disebagian titik serat bambu terlihat mengumpul. Hal ini dikarenakan antara komposisi serat bambu dan serat MgO lebih besar komposisi serat bambu sehingga menghasilkan campuran yang kurang rata.

Berdasarkan hasil foto makro dari ketiga spesimen kampas rem, campuran kampas rem yang paling merata yaitu sampel 1. Dari hasil foto makro juga dapat disimpulkan bahwa komposisi bahan penyusun dan juga proses pencampuran bahan sangat mempengaruhi struktur makronya (rata atau tidaknya suatu campuran bahan).

Selain spesimen kampas rem berbahan serat alam berupa serat bambu, dilakukan juga pengambilan foto makro pada kampas rem pembanding yang beredar di pasaran saat ini yaitu kampas rem merk Nissin. Gambar 7 merupakan hasil pengambilan foto & foto makro kampas rem merk Nissin.



Gambar .7 Foto & Foto Makro Kampas Rem Nissin

Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji komposisi bahan kampas rem merk Nissin. Kampas rem merk Nissin hanya digunakan sebagai pembanding nilai daya pengeremannya saja. Sehingga dalam

penelitian ini hanya dilakukan uji daya pengereman pada kampas rem merk Nissin.

Pada penelitian ini setiap komposisi dibuat tiga spesimen dan hasil daya pengeremannya adalah rata-rata dari ketiga spesimen tersebut. Setiap spesimen dilakukan 6-8 kali pengujian serta diambil 3 data pengujian terbaik yang kemudian dirata-rata. Hasil perhitungannya dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Koefisien Gesek Spesimen Kampas Rem Serat Bambu dan kampas rem Nissin.

	Persentase komposisi (%)				Koefisien Gesek (μ)
	Bambu	MgO	Al	Resin	
Komposisi 1	35	35	15	15	0,404
Komposisi 2	40	30	15	15	0,333
Komposisi 3	45	25	15	15	0,322
Nissin	-	-	-	-	0,301

Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa:

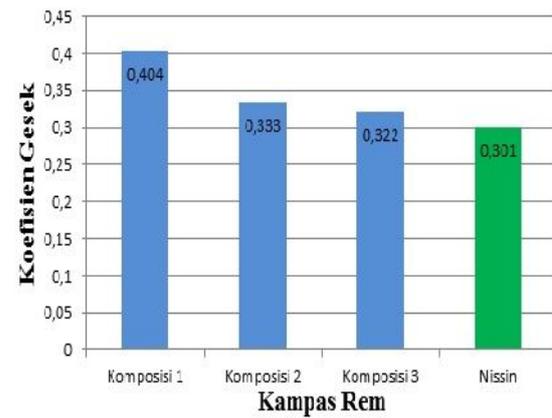
- Koefisien gesek pada komposisi 1 dengan serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15%. Dengan rata-rata koefisien gesek sebesar 0,404.
- Koefisien gesek pada komposisi 2 dengan serat bambu 40%, aluminium 15%, MgO 30%, resin 15%. Dengan rata-rata koefisien gesek 0,333
- Koefisien gesek pada komposisi 3 dengan serat bambu 45%, aluminium 15%, MgO 25%, resin 15%. Dengan rata-rata koefisien gesek 0,322.
- Dengan variabel kontrol berupa koefisien gesek kampas rem merk Nissin, dengan rata-rata sebesar 0,301.

e. Dari keempat data diatas dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan (persentase) serat bambu dan berkurangnya persentase magnesium oksida (MgO), maka semakin kecil nilai koefisien geseknya.

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa variasi persentase massa serat bambu dan serat magnesium oksida (MgO) mempengaruhi nilai koefisien gesek kanvas rem , serta performansi pengereman yang paling baik adalah nilai koefisien gesek kanvas rem serat bambu komposisi 1. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Prisma Frendi Wardana (2012) bahwa komposisi serat bambu 35%, Aluminium 15%, Magnesium Oksida 35%, dan resin polyester 15% merupakan campuran terbaik yang memiliki angka keausan $0,82 \cdot 10^{-8}$ mm²/kg serta memiliki angka kekerasan 19,6 kg/mm².

Diperkuat lagi dengan penelitian yang dilakukan oleh Nur Effendi (2015) bahwa komposisi yang paling optimal yang mendekati nilai koefisien gesek dari kanvas rem pembeding merk Nissin dengan nilai koefisien gesek sebesar 0,365 dengan komposisi 1 dengan komposisi serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin polyester 15% . Kanvas rem yang diteliti adalah kanvas rem sepeda motor.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8, merupakan grafik pengaruh variasi komposisi bahan kanvas rem terhadap koefisien gesek (μ) kanvas rem.



Gambar 8. Diagram Hasil Pengujian

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa Spesimen 1 dengan komposisi serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15% memiliki nilai koefisien gesek (μ) **0,404**. Spesimen 2 dengan komposisi serat bambu 40%, aluminium 15%, MgO 30%, resin 15% memiliki nilai koefisien gesek (μ) **0,333**. Spesimen 3 dengan komposisi serat bambu 45%, aluminium 15%, MgO 25%, resin 15% memiliki nilai koefisien gesek (μ) **0,322**. Spesimen kanvas rem pembeding yaitu merk Nissin memiliki nilai koefisien gesek (μ) **0,301**.

Dapat diketahui bahwa nilai koefisien gesek yang paling besar adalah komposisi 1 (serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15%) yaitu **0,404** dan yang paling kecil terdapat pada komposisi 3 (serat bambu 45%, aluminium 15%, MgO 25%, resin 15%) yaitu **0,322** sedangkan kanvas rem pembeding memiliki nilai koefisien gesek paling rendah dibandingkan dengan nilai koefisien gesek spesimen 1, 2 dan 3.

Tetapi penelitian yang dilakukan hanya sebatas menguji performansi pengereman (koefisien gesek) pada tiap

komposisi serta kanvas rem pembanding (merk Nissin).

D. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi persentase massa serat bambu ori dan serat magnesium oksida (MgO) mempengaruhi nilai koefisien gesek kanvas rem. Semakin bertambahnya persentase komposisi serat bambu ori dan semakin rendah persentase serat magnesium oksida (MgO) maka semakin rendah performansi pengereman (koefisien gesek) sampel kanvas rem, serta Semakin berkurangnya persentase komposisi serat bambu ori dan seimbang dengan persentase serat magnesium oksida (MgO) maka semakin tinggi/besar performansi pengereman (koefisien gesek) dari ketiga komposisi dalam penelitian ini.
2. Koefisien gesek yang paling baik dari ketiga komposisi spesimen kanvas rem pada penelitian ini adalah sampel kanvas rem komposisi 1 dengan komposisi serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15% dengan nilai koefisien gesek **0,404**
3. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa kanvas rem mobil dengan memanfaatkan serat bambu ori sebagai salah satu bahan penyusun mempunyai performansi pengereman yang lebih baik

dibandingkan dengan kanvas rem pembanding merk Nissin jika ditinjau dari hasil pengujian koefisien geseknya.

E. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan implikasi yang ditimbulkan, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan kanvas rem mobil dengan serat bambu sebagai salah satu bahan penyusunnya, komposisi variasi Spesimen 1 dengan komposisi serat bambu 35%, aluminium 15%, MgO 35%, resin 15% adalah komposisi yang terbaik jika ditinjau dari nilai koefisien geseknya karena mempunyai nilai koefisien gesek terbaik yaitu (μ) **0,404**.
2. Pada proses pencampuran bahan harus dilakukan dengan lebih rata (*homogen*), agar dalam proses pengambilan data hasil pengujian sampel kanvas rem dapat dilakukan secara maksimal.
3. Perlu dilakukan lagi penelitian mengenai variasi tekanan (kompaksi) maupun variasi suhu *sintering* pada proses pembuatan sampel kanvas rem.
4. Masih diperlukan penelitian lanjutan terhadap karakteristik kekerasan, keausan, ketahanan panas, struktur mikro, ketahanan air dan penelitian yang lebih mendalam lagi.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Desi, K. (2007). *Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non-Asbes pada Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor*. Under Graduates thesis, Universitas Negeri Semarang.
- Effendi, Nur (2015). Kaji Experimental Performansi Pengereman Kampas Rem Serbuk Bambu Sebagai Suplemen Materi Kajian Mata Kuliah Komposit di Prodi PTM JPTK FKIP Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Skripsi tidak dipublikasikan. FKIP Universitas Sebelas Maret.
- F.W.Prisma (2012). *Pemanfaatan Serat Bambu Sebagai Alternatif Material Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor*. Surakarta. Skripsi tidak dipublikasikan. FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Gibson, R. F. (1994). *Principles of Composites Material Mechanics*. Singapore: MC. Graw Hill.
- K.M. Jossy. (2011). Breake and Dynamometer. SSAS Institute of Technology diperoleh 1 Desember 2015, dari <http://joshikandarp.webs.com/documents/b/%20d.pdf>
- Nana, (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Sutikno, Sukiswo, S.S. Danny (2012). Sifat Mekanik Bahan Gesek Rem Komposit Diperkuat Serat Bambu. Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.