

KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI Pengereman KAMPAS REM SERAT BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM MOBIL

Ryan Bagas Wicaksono, 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 : ryanbagaswicaksono@gmail.com

ABSTRACT

The aims of this research were: (1) To examine the effects of varied composition of corncob powder, brass powder (Cu-Zn), magnesium oxide (MgO), and polyester resin composites on the friction coefficient value in brake pads braking performance test by using Prony brake engine; (2) To investigate which brake pads compositions of corncob powder, brass powder (Cu-Zn), magnesium oxide (MgO), and polyester resin composites that has the highest friction coefficient value; (3) To compare the braking performance of corncob powder brake pads with Nissin brake pads. This research used descriptive and quantitative method. The sampling process was done by making three variations of brake pads compositions. Data were obtained by braking performance test using Prony brake engine then calculated using Prony brake formula. The calculation results were presented in tables and graphs, and then analyzed. The conclusions based on this research were: (1) The varied material compositions of brake pads gave effects on the friction coefficient value of the brake pads. This was indicated by the difference values of friction coefficient values for each brake pads compositions. The friction coefficient value of brake pads composition I which consisted of 20% corncob powder, 40% brass powder, 20% MgO, and 20% polyester resin was 0.342. The friction coefficient value of brake pads composition II which consisted of 30% corncob powder, 30% brass powder, 20% MgO, and 20% polyester resin was 0.395. The friction coefficient value of brake pads composition III which consisted of 40% corncob powder, 20% brass powder, 20% MgO, and 20% polyester resin was 0.354; (2) The most optimal brake pads composition which had the highest friction coefficient value was composition II 0.395 with a composition of 30% corncob powder, 30% brass powder, 20% MgO, and 20% polyester resin; (3) The brake pads with corncob powder material had a good braking performance. The friction coefficient values of all brake pads with corncob powder compositions were higher than Nissin brake pads.

Keywords: *braking performance, brake pads, corncobs fibers, alternative brake pads material*

A. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman selalu diiringi dengan perkembangan teknologi, salah satunya adalah perkembangan teknologi pada bidang otomotif. Para produsen perakitan mobil berlomba-lomba mengembangkan teknologi kendaraannya agar semakin efektif dan efisien. Perkembangan performa mesin tentu harus diimbangi dengan sistem pengereman yang baik sebagai *safety* dalam

kendaraan. Rem merupakan salah satu bagian kendaraan yang sangat penting pada sebuah kendaraan baik roda dua maupun roda empat yang saat ini banyak digunakan oleh masyarakat dari perkotaan sampai pedesaan. Rem ini dapat mengatur kecepatan ataupun menghentikan lajunya kendaraan sesuai dengan yang kita harapkan (Andun, Adhari, dan Agus, 2005:10).

. Sistem pengereman yang baik harus dapat menunjang daya dan kecepatan pada kendaraan. Bagian terpenting dari sistem pengereman adalah kampas rem, yaitu media yang bekerja untuk memperlambat laju kendaraan.

Fakta di pasaran saat ini menunjukkan bahwa banyak kampas rem yang terbuat dari bahan *asbestos*. Hal itu di karenakan harga dari kampas rem berbahan *asbestos* ini murah. 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).

Menurut Matthews dkk. (1993), komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik ini yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit Kampas rem merupakan campuran

dari beberapa Bahan yang berbeda sifat menjadi satu produk kampas rem. Bahan baku yang digunakan pada kampas rem standar umumnya terdiri dari serbuk aluminium, grafit, barium, alumina, asbestos, cashew dust, NBR *powder*, dan lainnya sebagai bahan penguat atau serat sedangkan bahan untuk matriknya atau pengikat adalah resin *phenolic*.

Bahan friksi pada komponen kampas rem mobil merupakan bahan yang akan habis setelah dipakai. Oleh karena itu dalam pembuatan kampas rem, bahan yang digunakan harus mudah didapat dan tersedia terus menerus. Produksi jagung di Indonesia cukup melimpah, hanya sedikit limbah tongkol jagung yang dimanfaatkan.

Tongkol jagung memiliki sifat-sifat seperti salah satu bagiannya keras dan sebagian bersifat menyerap (*absorbent*), juga sifat-sifat yang merupakan gabungan beberapa sifat, seperti: tidak terjadi reaksi kimia bila dicampur dengan zat kimia lain (*inert*), dapat terurai secara alami dan ringan (Teguh Wikan W, dkk., 2007). Tongkol jagung merupakan salah satu bahan yang ideal untuk pembuatan kampas rem.

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 akan didapat hasil yang

diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bahan alternatif kampas rem yang beredar di pasaran.

Penelitian ini memiliki tujuan (1) Meneliti pengaruh variasi komposisi komposit serbuk bonggol jagung, serbuk kuningan (Cu-Zn), magnesium oksida (MgO), dan resin polyester terhadap koefisien gesek pada pengujian performansi pengereman dengan mesin *Prony brake*; (2) Menyelidiki variasi komposisi komposit kampas rem berbahan serbuk bonggol jagung, kuningan (Cu-Zn), magnesium oksida (MgO), dan resin polyester yang mempunyai koefisien gesek tertinggi; (3) Mengetahui perbandingan performansi pengereman kampas rem serbuk bonggol jagung dengan kampas rem 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

pembanding yang digunakan adalah kampas rem merk Nissin

Sampel dalam penelitian ini adalah komposit kampas rem serbuk bonggol jagung, serbuk kuningan (Cu-Zn), Magnesium Oksida (MgO) dengan matrik penyusun berupa resin *polyester*. Perbandingan campuran bahan kampas rem menggunakan perbandingan fraksi massa. Adapun komposisi variasinya sebagai berikut:

- a. Komposisi kampas rem 1 dengan komposisi 20% serbuk bonggol jagung, 40% serbuk kuningan (Cu-Zn), 20% serbuk magnesium oksida (MgO), dan 20% resin polyester.
- b. Komposisi kampas rem 2 dengan komposisi 30% serbuk bonggol jagung, 30% serbuk kuningan (Cu-Zn), 20% serbuk magnesium oksida (MgO), dan 20% resin polyester.
- c. Komposisi kampas rem 3 dengan komposisi 40% serbuk bonggol jagung, 20% serbuk kuningan (Cu-Zn), 20% serbuk magnesium oksida (MgO), dan 20% resin polyester.

Komposisi kampas rem ditambah dengan katalis sebesar 1% dari berat resin. Katalis berfungsi untuk mempercepat pengerasan komposit. Pada setiap komposisi spesimen dibuat 3 pasang spesimen dan setiap spesimen dilakukan replikasi pengujian sebanyak 3 kali. Sehingga didapat 9 data pengujian dan data tersebut dirata-rata per komposisi.

Sebelum melakukan pengujian koefisien gesek pada kampas rem, dilakukan dahulu foto makro pada kampas rem. 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. Dengan foto makro maka dapat diketahui rata atau tidaknya pencampuran bahan. Pengambilan foto makro spesimen kampas rem dilakukan diluar ruangan pada siang hari, sehingga tidak memerlukan pencahayaan tambahan.

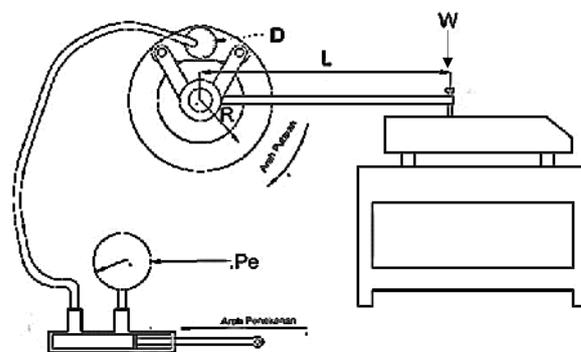
Untuk mengetahui nilai koefisien gesek kampas maka dilakukan pengujian dengan mesin *prony brake*. *Prony brake* merupakan salah satu alat uji torsi dan daya dimana prinsip kerjanya adalah dengan melawan torsi yang dihasilkan dengan suatu gaya pengereman. Besarnya gaya pengereman diukur dengan menambahkan 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).

Jari-jari efektif pengereman dan diameter piston diukur dengan jangka sorong. Tekanan minyak rem dapat dibaca di manometer yang dipasang pada saluran minyak rem. Setelah kita dapat data tersebut,

kita masukan ke rumus untuk mengetahui koefisien gesek kampas rem.



Gambar 1. Mesin *Prony brake*



Gambar 2. Skema Mesin *Prony brake*

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

- a. Gaya berat : $W = m \times g$
- b. Torsi : $T = W \times L$
- c. Gaya efektif pengereman : $F_{\mu} = T / R$
- d. Gaya penekan kampas rem :
 $F_p = P_e \times 0,785 \times D^2$
- e. 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 gravitasi 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)

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 kaliper	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

Pengujian performansi pengereman dilakukan pada setiap spesimen kampas rem dan kampas rem pembanding. Langkah awal pengujian performansi pengereman dilakukan dengan menyiapkan spesimen kampas rem dan menyiapkan mesin *prony brake* yang telah dirangkai dengan timbangan digital.

Memasang spesimen yang akan diuji ke mesin *prony brake*. Kemudian

mengubungkan mesin *prony brake* ke sumber listrik, memulai menyalakan mesin dengan menekan saklar ON. Melakukan pengereman dengan menginjak pedal rem mesin *prony brake*. Pada pengujian ini kampas rem yang akan diuji ditekan sehingga menekan piringan sehingga terjadi gesekan yang pada akhirnya mengakibatkan piringan berhenti. Pada saat piringan ini berhenti tuas lengan yang terhubung dengan kampas rem akan memberikan ketukan ke timbangan sehingga massa dapat dibaca oleh timbangan, serta tekanan yang bekerja pada manometer. Mendokumentasikan data pada timbangan dan data pada manometer mesin *prony brake* dengan cara merekam dengan kamera.

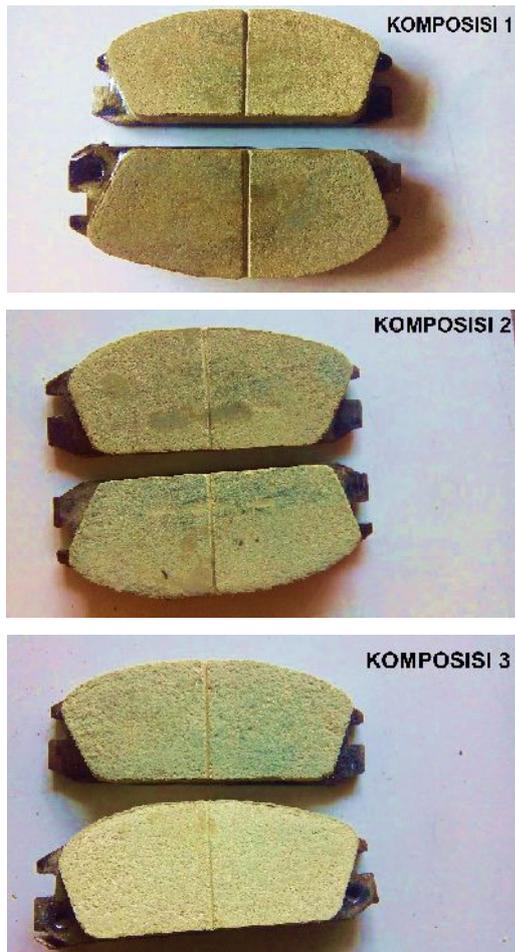
Kondisi suhu mesin *Prony brake* pada saat pengujian harus stabil supaya dapat memperoleh hasil pengujian yang optimal. Kondisi ini dapat disiasati dengan menggunakan kipas angin agar mesin dapat selalu dalam kondisi dingin, serta setelah dilakukan pengujian 3 kali mesin diistirahatkan selama 15 menit agar dalam kondisi optimal. Pada penelitian ini setiap komposisi dibuat tiga spesimen dan hasil daya pengeremannya adalah rata-rata dari ketiga spesimen tersebut. Setiap spesimen dilakukan beberapa kali pengujian serta diambil 3 data pengujian terbaik yang kemudian dirata-rata.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan yang akan diuraikan meliputi: foto spesimen

kampas rem serbuk bonggol jagung, foto makro dari masing-masing komposisi dan hasil uji performansi pengereman (koefisien gesek) kampas rem serbuk bonggol jagung dan kampas rem merk Nissin.

Adapun foto spesimen kampas rem dengan memanfaatkan bahan serbuk bonggol jagung yang telah dibuat sebagai berikut :



Gambar 3. Foto Spesimen Kampas Rem

Sedangkan yang di bawah ini adalah foto kampas rem pembanding. Kampas rem pembanding digunakan untuk membandingkan spesimen kampas rem serbuk bonggol jagung dengan kampas rem yang telah beredar dipasaran. Kampas rem pembanding yang dipakai adalah kampas rem merk Nissin.

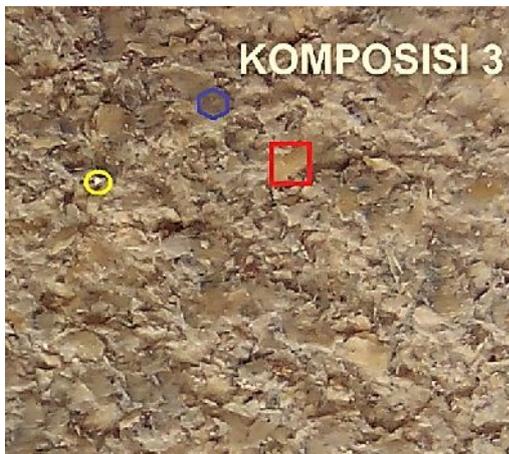
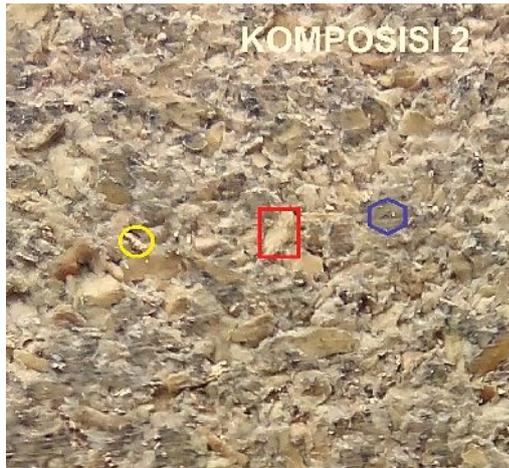
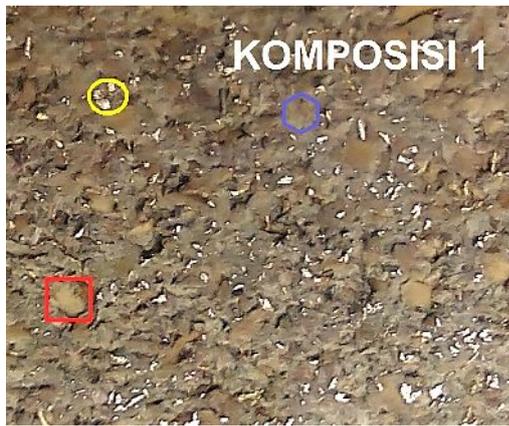


Gambar 4. Kampas rem Nissin

Kampas rem serbuk bonggol jagung yang telah dibuat secara visual memiliki perbedaan warna dengan kampas rem merk Nissin. Dari gambar 3 dapat dilihat warna dari kampas rem serbuk bonggol jagung adalah kuning kecoklatan sedangkan warna kampas rem Nissin adalah hitam. Perbedaan warna dari kampas rem disebabkan oleh perbedaan bahan penyusunnya.

Perbedaan Perbedaan dari komposisi 1, komposisi 2 dan komposisi 3 secara visual adalah dapat dilihat dari sebaran kilauan serbuk kuningan. Komposisi 1 kilauan serbuk kuningan rapat dan banyak. Sedangkan komposisi 2 sebaran kilauan serbuk kuningan jarang dan renggang, begitupun komposisi 3 semakin jarang. Sebelum pengujian kampas rem serbuk bonggol jagung dilakukan. Kampas rem terlebih dahulu diampas dengan amplas halus pada bidang datar agar diperoleh permukaan kampas yang rata.

Pengambilan foto makro dimaksudkan untuk mengetahui kehomogenan bahan di dalam kampas rem dan untuk mengetahui rata atau tidaknya campuran semua bahan kampas rem. Berikut adalah hasil foto makro Spesimen kampas rem yang akan diuji:



Gambar 5. Foto Makro Spesimen Kampas Rem

Keterangan Gambar :

- Serbuk Bonggol Jagung
- Serbuk Kuningan
- ⬡ Magnesium Oksida

Gambar 5. menunjukkan hasil foto makro dari ketiga variasi komposisi spesimen kampas rem serbuk bonggol jagung.

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa campuran komposisi bahan kampas rem sudah tercampur rata dan terlihat saling mengikat. Hasil foto makro kampas rem dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan penyusunnya. Warna kuning kecoklatan menunjukkan konsentrasi serbuk bonggol jagung, warna putih kekuningan menunjukkan konsentrasi magnesium oksida, sedangkan warna kuning mengkilat menunjukkan konsentrasi serbuk kuningan. Serbuk kuningan sangat mudah terlihat karena berkilau saat terkena cahaya.



Gambar 6. Foto Makro Kampas Rem Nissin

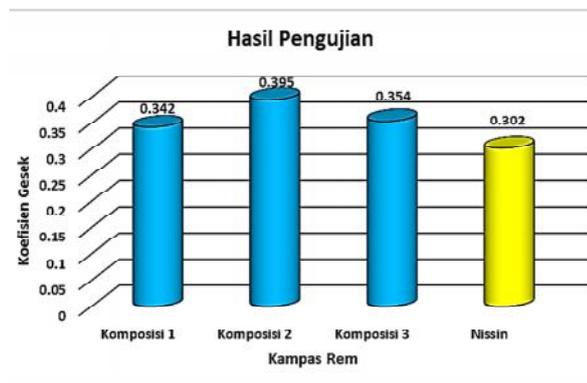
Hasil foto makro kampas rem Nissin menunjukkan bahwa campuran bahan penyusunnya cukup merata dan saling mengikat. Tetapi dalam penelitian ini tidak dilakukan uji komposisi bahan kampas rem merk Nissin. Kampas rem merk Nissin sebagai salah satu kampas rem yang sudah beredar dipasaran. Kampas rem merk Nissin digunakan sebagai pembanding nilai daya pengeremannya.

Kondisi suhu mesin *Prony brake* pada saat pengujian harus stabil supaya dapat memperoleh hasil pengujian yang optimal. Pada penelitian ini setiap komposisi dibuat tiga spesimen dan hasil daya pengeremannya adalah rata-rata dari ketiga spesimen tersebut. Setiap spesimen dilakukan beberapa 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 Serbuk Bonggol Jagung dan Kampas Rem merk Nissin

	Persentase komposisi (% massa)				Koefisien Gesek (μ)
	Bonggol Jagung	Cu-Zn	MgO	Resin	
	Komposisi 1	20	40	20	
Komposisi 2	30	30	20	20	0,395
Komposisi 3	40	20	20	20	0,354
Nissin	-	-	-	-	0,302

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram hasil pengujian pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Hasil Pengujian

Tabel 2 dan gambar 6 menunjukkan hasil pengujian performansi pengereman (koefisien gesek) spesimen kampas rem setiap

komposisi spesimen. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa:

1. Spesimen 1 dengan komposisi 20% serbuk bonggol jagung, 40% serbuk kuningan, 20% MgO, 20% resin, nilai rata-rata koefisien geseknya adalah 0,342.
2. Spesimen 2 dengan komposisi 30% serbuk bonggol jagung, 30% serbuk kuningan, 20% MgO, 20% resin, nilai rata-rata koefisien geseknya adalah 0,395.
3. Spesimen 3 dengan komposisi 40% serbuk bonggol jagung, 20% serbuk kuningan, 20% MgO, 20% resin, nilai rata-rata koefisien geseknya adalah 0,354.
4. Kampas rem pembanding merk Nissin nilai koefisien geseknya adalah 0,302.

Berdasarkan penjabaran diatas dapat diketahui bahwa nilai koefisien gesek Kampas rem serbuk bonggol jagung yang paling kecil adalah pada spesimen 1 yaitu 0,342 dan yang paling besar terdapat pada spesimen 2 yaitu 0,395. Sedangkan kampas pembanding yaitu merk Nissin memiliki nilai koefisien gesek lebih kecil dibandingkan dengan spesimen 1 yaitu 0,302.

Kampas rem serbuk bonggol jagung yang memanfaatkan limbah bonggol jagung mampu memiliki performansi pengereman yang lebih baik dibandingkan kampas rem merk Nissin. Dilihat dari hasil pengujian spesimen komposisi 1, komposisi 2, dan komposisi 3 mempunyai nilai koefisien gesek lebih baik dari kampas rem merk Nissin. Serbuk bonggol jagung dapat menjadi bahan

alternatif untuk pembuatan kampas rem dengan performansi pengereman yang baik.

Dari tabel 2 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil pengujian kampas rem tiap komposisi berbeda-beda, hal ini dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi bahan berpengaruh terhadap nilai koefisien gesek kampas rem. Nilai koefisien gesek kampas rem serbuk bonggol jagung yang paling optimal adalah spesimen 2 (komposisi 30% serbuk bonggol jagung, 30% serbuk kuningan, 20% MgO, 20% resin). Kesimpulannya variasi komposisi serbuk bonggol jagung dan serbuk kuningan yang berimbang (tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil) mempunyai nilai koefisien gesek yang paling optimal. Berdasarkan juga pada penelitian Fitrianto (2012), komposisi 2 juga memiliki nilai keausan dan kekerasan yang paling baik, sehingga komposisi 2 merupakan komposisi yang paling baik untuk diproduksi menjadi kampas rem. Dan penelitian Andi Priyanto (2015) yang menyimpulkan komposisi spesimen 2 kampas rem sepeda motor memiliki koefisien paling optimal. Sehingga kampas rem serbuk bonggol jagung komposisi 2 merupakan komposisi yang paling baik untuk diproduksi menjadi kampas rem.

D. KESIMPULAN

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

1. Variasi komposisi bahan kampas rem berpengaruh terhadap nilai koefisien gesek kampas rem. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien gesek yang berbeda-beda pada komposisi kampas rem yang berbeda. Kampas rem komposisi 1 dengan komposisi 20% serbuk bonggol jagung, 40% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin *polyester* nilai koefisien geseknya sebesar 0,342. Kampas rem komposisi 2 dengan komposisi 30% serbuk bonggol jagung, 30% serbuk kuningan, 20% MgO, dan 20% resin *polyester* nilai koefisien geseknya sebesar 0,395. Kampas rem Komposisi 3 dengan komposisi 40% serbuk bonggol jagung, 20% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin *polyester* nilai koefisien geseknya sebesar 0,354.
2. Komposisi kampas rem paling optimal yang mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi adalah kampas rem komposisi 2 sebesar 0,395 dengan komposisi 30% serbuk bonggol jagung, 30% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin *polyester*.
3. Kampas rem dengan memanfaatkan serbuk bonggol jagung dapat mempunyai performansi pengereman yang baik. Ketiga komposisi kampas rem serbuk bonggol jagung mempunyai nilai koefien gesek yang lebih tinggi dibandingkan kampas rem merk Nissin.

E. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dikemukakan diatas, maka disampaikan saran saran sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan kampas rem serbuk bonggol jagung komposisi kedua menjadi komposisi terbaik untuk dipakai dari kedua variasi komposisi yang lain.
2. Dalam pemilihan bahan kampas rem sebaiknya dipertimbangkan bahan yang mudah didapatkan dan melimpah di alam, dapat menghasilkan kampas rem dengan kinerja yang optimal dan ramah terhadap lingkungan.
3. Dalam proses penimbangan dan pencampuran bahan agar selalu diperhatikan dengan teliti agar komposisi bahan sesuai dengan persentase yang dikehendaki dan campuran bahannya merata kerana dapat mempengaruhi performansi pengereman.
4. Untuk penelitian lanjutan dapat dilakukan percobaan pada kendaraan untuk diaplikasikan secara langsung.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Andi P, Ranto, & Budi H. (2015). *Kaji Eksperimental Performansi Pengereman Kampas Rem Komposit Serbuk Bonggol Jagung Sebagai Suplemen Materi Kajian Mata Kuliah Komposit di Prodi PTM JPTK FKIP Universitas Sebelas Maret*. Jurnal FKIP UNS
- Andun, Adhari, Agus, P.(2005). *Overhoul Komponen Sistem Rem*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Kode Modul OPKR-40-004 B.

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.

Fitrianto, F.D., Yuyun E., dan Budi H. (2012). *Pemanfaatan Serbuk Bonggol Jagung Sebagai Alternatif Baan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor*. Jurnal FKIP UNS

K.M. Jossy. (2011). *Brake and Dynamometer*. SSAS institute of technology. Diperoleh 31 Maret 2014, dari <http://joshikandarp.webs.com/documents/b%20d.pdf>

Matthews, F.L., Rawlings, RD., (1993). *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science. London, UK: Technology And Medi-cine.

Teguh, W. W., Asari, Ana N. dan Elita, R. (2007). *Bio Energi Berbasis Jagung dan Pemanfaatan Limbahnya*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.