

KARAKTERISTIK KEKERASAN DAN KEAUSAN KANVAS REM CAK- RAM BAHAN KOMPOSIT DENGAN *FILLER PALM SLAG*

Muhtil Badri^{1)*}, Jon Prisno²⁾, Frandi Barasa²⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

* *corresponding author* : muhtilbadri@yahoo.com

Abstrak

Penggunaan *palm slag* sebagai *filler* komposit kanvas rem non-asbestos telah diteliti dan berpotensi untuk dijadikan sebagai pengganti bahan asbestos untuk kanvas rem sepeda motor. Pada penelitian ini telah dilakukan pengkajian karakteristik kekerasan dan keausan kanvas rem bahan komposit dengan *filler palm slag*. Tekanan kompaksi dan temperatur *sintering* optimum yang menghasilkan kekerasan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* tertinggi dan laju keausan terkecil ialah tekanan kompaksi 380 Bar dan temperatur *sintering* 150°C. Tekanan kompaksi dan temperatur *sintering* mempengaruhi sifat kekerasan dan keausan kanvas rem *filler palm slag*. Berdasarkan waktu dan jarak pengeraman, sifat keausan kanvas rem *filler palm slag* secara efektif dapat ditingkatkan pada kondisi kering. Kekuatan dan lubrikasi kanvas rem *filler palm slag* pada kondisi basah diperbaiki melalui kajian terhadap graphit dan sebuk baja.

Kata Kunci : *palm slag*, keausan, tekanan kompaksi, temperatur *sintering*.

1. Pendahuluan

Komposit telah banyak diaplikasikan untuk berbagai produk seperti pelapis komponen elektronika, bahan bangunan, komponen kendaraan, dan peralatan-peralatan olahraga (Gay dkk, 2002). Aplikasi lain dari komposit adalah kanvas rem. Secara umum kanvas rem terdiri atas bahan pengikat (matriks), bahan pengisi (*filler*), bahan penguat (*reinforce*), pelumas (*lubricant*), dan bahan *abrasive* (Ruzaidi dkk, 2011). Bahan pengisi yang umum digunakan di antaranya MgO, asbestos, dan juga CaCO₃ (Pratama, 2011). Dalam penelitian ini, bahan pengisi yang telah digunakan adalah limbah sawit (*palm slag*).

Tandan kosong dan cangkang sawit sebagai bahan bakar boiler pada PKS menghasilkan abu pembakaran yang disebut *palm slag*. *Palm slag* selama ini hanya dipakai sebagai pupuk pada perkebunan sawit. Namun pada tahun 2011 *palm slag* telah diteliti dan berpeluang sebagai *filler* pada material komposit kanvas rem (Ruzaidi dkk, 2011).

Penyelidikan kekuatan tekan dan laju keausan untuk kanvas rem bahan *palm slag* akibat pengaruh tekanan kompaksi dan temperatur *sintering* juga telah dikembangkan (Prisno, 2014). Dalam penelitian ini telah dilakukan pengkajian sifat kekerasan dan keausan kanvas rem sepeda motor bahan komposit *filler palm slag* terhadap kanvas rem komersial pada kondisi basah dan kering.

2. Bahan dan Metode

Komposisi bahan yang digunakan ialah *palm slag* 40%, phenolic resin 20 %, serbuk baja 20 %, grafit 10 %, alumina 10 %. Metode kompaksi yang digunakan ialah *single action*. Metode *mixing* yang digunakan ialah metode *blade mixer* dengan waktu *mixing* selama 15 menit.

Variabel yang divariasikan ialah tekanan kompaksi awal, yaitu 190 Bar dan 380 Bar. Proses kompaksi akhir dilakukan dengan penekanan 450 Bar serta temperatur pemanasan yaitu 150°C.

Temperatur *sintering* divariasikan yaitu 150⁰C dan 170⁰C. Pengujian sifat mekanik dibatasi pada pengujian uji kekerasan dan uji laju keausan. Pengujian keausan pada sepeda motor diasumsikan dengan gaya pengereman konstan. Perancangan cetakan hanya meliputi gambar dan dimensi cetakan. Pengujian keausan kanvas rem dilakukan langsung pada sepeda motor.

Cetakan kanvas rem digunakan untuk mencetak kanvas rem sesuai bentuk kanvas rem komersial. Cetakan kanvas rem dibuat berdasarkan profil dan dimensi dari kanvas rem komersial. Pembuatan cetakan kanvas rem meliputi perancangan bentuk cetakan dan dimensi cetakan. Tahap perancangan diawali dengan mengukur dimensi kanvas rem komersial. Cetakan kanvas rem dirancang berdasarkan modifikasi Mesin *bending* plat di Laboratorium Produksi Universitas Riau. Pada mesin *bending* plat modifikasi meliputi pergantian *punch* dan kedudukan tanpa mengubah fungsi yang sebenarnya. Sebelum proses modifikasi terlebih dahulu dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong pada kedudukan dan alur *punch* maupun V *block* mesin *bending* plat. Cetakan kanvas rem berada dalam keadaan sejajar atau satu titik sumbu (*center*). Selanjutnya dilakukan pengukuran pada tinggi *punch* maupun V *block* pada mesin. Bentuk kedudukan dan alur *punch* maupun V *block*.

Material yang digunakan untuk pembuatan cetakan kanvas rem ini ialah Baja ASTM A 36. Pembuatan cetakan kanvas rem menggunakan proses pemesinan, yaitu Mesin bubut, Mesin freis dan Mesin skrap.

Penelitian ini menggunakan *furnace* untuk proses *sintering* sesuai variasi temperatur yang telah ditentukan. Saat proses *sintering* temperatur dapat diatur pada sistem kontrol sehingga temperatur konstan saat *holding* temperatur. Proses *sintering* pada pembuatan kanvas rem dilakukan pada temperatur 150⁰C dan 170⁰C. Proses pemanasan menggunakan *tempering furnace* yang dilengkapi dengan sistem kontrol temperatur. Dalam proses *sintering* dilakukan *holding time* selama 4 jam. Kanvas rem selanjutnya melalui proses *finishing*, permukaan kanvas rem diratakan menggunakan gerinda tangan. Hal ini bertujuan mendapatkan permukaan yang rata serta ketebalan kanvas rem sesuai dengan kanvas rem komersial. Kanvas rem yang telah rata dibentuk alur yang berfungsi sebagai jalan keluarnya abu kanvas rem saat pengereman dan membantu kanvas rem

melepaskan panas saat pengereman. Hasil *finishing* kanvas rem dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Foto hasil *finishing* kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*

Pengujian kekerasan kanvas rem menggunakan metode Brinell. Standar acuan pengujian ialah ASTM F 1957-99. Pengujian dilakukan sebanyak 10 titik pada setiap sampelnya untuk mendapatkan angka kekerasan pada permukaan kanvas rem tersebut. Sampel kanvas rem yang telah dicetak selanjutnya diuji keausannya. Pengujian langsung dilakukan pada sepeda motor dengan melihat seberapa besar keausan yang terjadi. Sepeda motor yang digunakan merupakan sepeda motor standar tanpa modifikasi. Pengujian dilakukan pada kondisi basah dan kering. Standar pengujian mengacu pada standar SNI 4404: 2008.

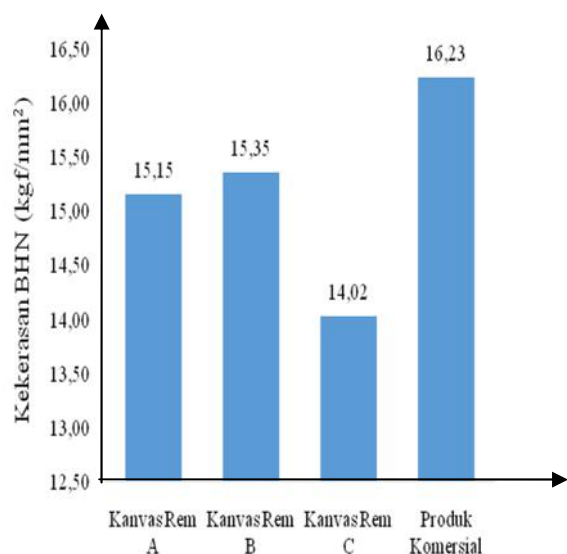
3. Hasil dan Pembahasan

Kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* telah diuji kekerasan dan laju keausannya. Metode uji kekerasan yang digunakan ialah Metode Brinell, dengan besar gaya penekanan 15,625 kgf dan diameter indentor 2,5 mm. Uji keausan dilakukan secara langsung pada sepeda motor. Kondisi pengujian keausan ialah kering dan basah.

Pengujian Kekerasan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* dilakukan pada permukaan kanvas rem. Pengujian dilakukan pada 10 titik pengujian. Pengujian kekerasan dan keausan dilakukan pada 4 sampel kanvas rem, yaitu: kanvas rem A ($p = 190$ Bar, $T_{sinter} = 150^0C$); kanvas rem B ($p = 380$ Bar, $T_{sinter} = 150^0C$); kanvas rem C ($p = 380$ Bar, $T_{sinter} = 170^0C$); kanvas rem komersial. Hasil pengujian kekerasan kanvas rem pada tabel 1.

Tabel 1. Angka kekerasan Brinell kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* dan kanvas rem komersial

Angka kekerasan Brinell (kgf/mm ²)			
Kanvas rem A	Kanvas rem B	Kanvas rem C	Kanvas rem komersial
15,76	16,39	17,22	16,23
18,11	14,21	12,41	17,39
16,39	12,97	12,63	14,89
13,21	15,61	13,45	16,23
13,45	17,39	13,95	15,92
15,32	16,88	14,47	15,76
15,32	15,76	16,39	17,05
14,34	14,89	10,48	17,75
14,75	16,39	15,61	15,76
14,89	12,97	13,57	15,32



Gambar 2. Kekerasan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* dan kanvas rem komersial

Gambar 2 menunjukkan histogram hubungan kekerasan terhadap masing-masing produk kanvas rem. Kanvas rem A, B dan C merupakan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*. Secara umum pada histogram dapat dilihat bahwa kekerasan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* meningkat seiring meningkatnya kompaksi yang diberikan namun kekerasan kanvas rem menurun saat temperatur *sintering* dinaikkan. Berdasarkan histogram angka kekerasan tertinggi ditunjukkan

pada kanvas rem B 15,35 kgf/mm² dan kekerasan terendah pada kanvas rem C 14,02 kgf/mm².

Kanvas rem gesek dipengaruhi angka kekerasan suatu bahan terpengaruh oleh besar waktu penekanan kompaksi dan besar kompaksi yang diberikan dalam proses pembuatan bahan kanvas rem (Pramono, 2013). Semakin besar kompaksi yang diberikan maka semakin keras pula komposit tersebut. Peningkatan temperatur *sintering* juga berpengaruh pada kekerasan kanvas rem. Semakin tinggi temperatur *sintering* maka angka kekerasannya semakin menurun.

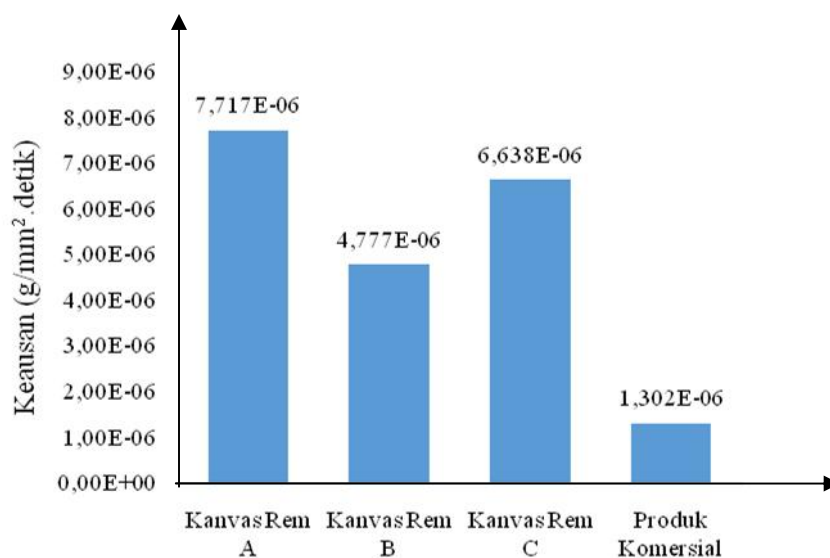
Temperatur *sintering* yang tepat dalam pembuatan kanvas rem berkisar 130⁰C s/d 150⁰C (Kartiwa, 2009). Pemanasan yang terlalu tinggi pada saat *sintering* dapat mengakibatkan pertumbuhan butir yang kasar pada matriks atau pengikat kanvas rem sehingga dapat menurunkan kekerasan suatu bahan.

Hal inilah yang menyebabkan kanvas rem B memiliki angka kekerasan tertinggi diantara kanvas rem lainnya. Kanvas rem B dibuat dengan tekanan kompaksi 380 Bar dan temperatur *sintering* 150⁰C. Tekanan kompaksi 380 Bar merupakan tekanan kompaksi terbesar, dimana besar kompaksi yang diberikan berbanding lurus dengan angka kekerasan suatu bahan. Semakin besar tekan kompaksi yang diterima bahan saat dicetak, maka semakin tinggi kepadatan bahan serta porositas yang terjadi semakin kecil. Sedangkan pada kanvas rem C angka kekerasan rendah disebabkan temperatur *sintering* yang cukup tinggi yaitu 170⁰C, dimana temperatur *sintering* berbanding terbalik dengan angka kekerasan.

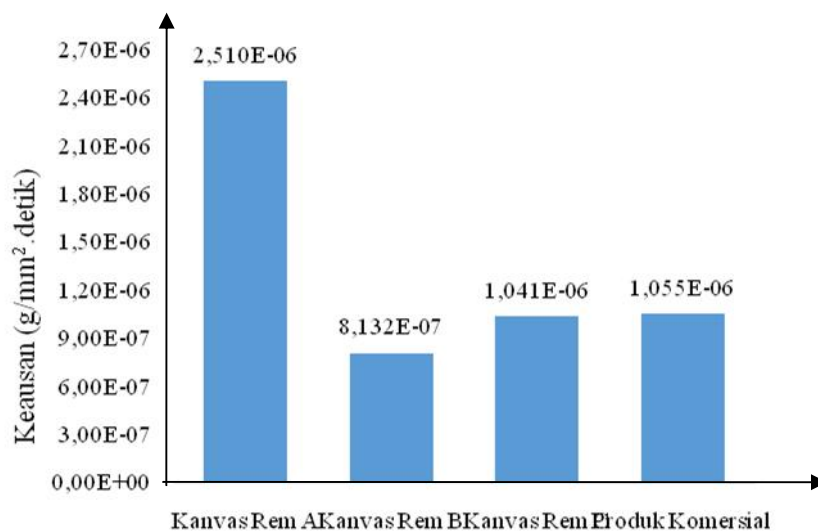
Jika dilihat secara keseluruhan dari histogram, kanvas rem komersial memiliki angka kekerasan tertinggi, yaitu 16,23 kgf/mm². Sedangkan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* yang mendekati angka kekerasan kanvas rem komersial adalah kanvas rem B. Perbedaan kekerasan ini disebabkan komposisi bahan pembentuk kanvas rem komersial yang terdiri atas serat penguat seperti serat baja, serat karbon, kevlar dan wool (Kartiwa, 2009). Serat penguat tersebut menjadikan ikatan kuat antar bahan penyusun dan meningkatkan kepadatan (densitas) pada kanvas rem yang meningkatkan kekerasan kanvas rem.

Tabel 2. Kausan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*

No	Produk	Kondisi Pengujian	W ₀ (g)	W ₁ (g)	W (g/mm ² .s)
1	Kanvas rem A	Kering	83,691	83,494	7,717 x10 ⁻⁶
	Kanvas rem B		71,981	71,862	4,777 x10 ⁻⁶
	Kanvas rem C		65,295	65,129	6,638 x10 ⁻⁶
	Kanvas rem komersial		100,734	100,699	1,310 x10 ⁻⁶
2	Kanvas rem A	Basah	86,157	86,055	2,510 x10 ⁻⁶
	Kanvas rem B		60,064	60,027	8,132 x10 ⁻⁷
	Kanvas rem C		64,662	64,612	1,041 x10 ⁻⁶
	Kanvas rem komersial		100,497	100,461	1,061 x10 ⁻⁶



Gambar 3. Kausan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*



Gambar 4. Kausan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*

Pada Gambar 3 ditunjukkan laju keausan pada kanvas rem *filler palm slag* masih jauh lebih besar daripada keausan kanvas rem komersial. Sampel kanvas rem A, B dan C memperlihatkan perbedaan nilai keausan yang cukup signifikan pada pengujian keausan kering. Dari ketiga sampel kanvas rem maka didapatkan keausan kanvas rem B yang merupakan keausan terkecil sekaligus menjadi keausan yang paling mendekati kanvas rem komersial. Hal ini disebabkan kanvas rem B memiliki kekerasan tertinggi dari antara kanvas rem *palm slag* lainnya dan pada dasarnya kekerasan berbanding terbalik dengan keausan.

Kanvas rem komersial memiliki nilai keausan $1,310 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$. Sedangkan kanvas rem B dengan nilai keausan $4,777 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$.

Keausan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* pada pengujian kondisi basah ditunjukkan pada Gambar 4. Pada pengujian keausan kondisi basah kanvas rem B dan C memiliki keausan yang paling kecil daripada kanvas rem lainnya. Keausan kanvas rem B dan C lebih kecil daripada keausan kanvas rem komersial. Jika dilihat dari waktu pengereman dan jarak pengereman, kanvas rem B dan C membutuhkan waktu yang cukup lama serta jarak pengereman yang cukup panjang hingga berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat kondisi basah kanvas rem B dan C mengalami *fading*. *Fading* yang terjadi menyebabkan kanvas rem B dan C menjadi tidak pakem hingga waktu dan jarak pengereman relatif panjang. *Fading* pada kanvas rem dipengaruhi komposisi bahan dan jenis perlakuan yang diterima saat pembuatan kanvas rem. Kompaksi serta temperatur *sintering* yang tepat merupakan faktor menentukan hasil kanvas rem yang dibuat.

Kanvas rem A menunjukkan keausan yang sangat besar namun memiliki waktu pengereman yang mendekati kanvas rem komersial. Kanvas rem A memiliki nilai keausan sebesar $2,510 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$

4. Kesimpulan

Tekanan kompaksi dan temperatur *sintering* mempengaruhi sifat kekerasan dan keausan kanvas rem *filler palm slag*. Berdasarkan waktu dan jarak pengereman, sifat keausan kanvas rem *filler palm slag* secara efektif dapat ditingkatkan pada kondisi kering. Kekuatan dan lubrikasi kanvas rem *filler*

palm slag pada kondisi basah diperbaiki melalui kajian terhadap graphit dan sebuk baja

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini, Surat Keputusan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Riau Nomor: 511 / UN.19.2/PL/2014.

Daftar Acuan

- Gay, Daniel., Suong V.Hoa, dan Stephen W.Tsai.2002, *Composites Materials Design and Applications*, Washington D.C.:CRC Press.
- Kartiwa, 2009, Peningkatan Standar Kanvas Rem Kendaraan Berbahan Baku Asbestos dan Non Asbestos (*Celulose*) Untuk Keamanan, PT. Industri Bagas Perkasa.
- Pramono, 2013, Klasifikasi Material Komposit.
- Pratama, 2011, Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash atubara.Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Prisno, Jon. 2014, Penyelidikan Kekuatan Tekan dan Laju Keausan Komposit dengan Filler Palm Slag sebagai Bahan Penyusun Kanvas Rem Sepeda Motor, Laporan Skripsi Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau.
- Ruzaidi,.C.M., H. Kamarudin, J.B. Shamsul, A.M. Mustafa Al Bakri, dan A.R. Rafiza.2011, *Comparative Study on Thermal, Compressive, and Wear Properties of Palm Slag Brake Pad Composite with Other Fillers*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5(10): 790-796.