

KAJI PEMBUATAN KANVAS REM SEPEDA MOTOR BAHAN KOMPOSIT DENGAN *FILLER PALM SLAG*

Frandi Barasa¹, Muftil Badri², Yohanes²

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpangbaru, Pekanbaru 28293

frandi_cf@yahoo.com¹, muftilbadri@yahoo.com², yohanes_tmesin@yahoo.com²

Abstract

Brake pads have a very important role to become a major factor in driving safety. Brake quality depends on the constituent materials. Palm slag is one that has potential as a filler material for composite brake. Manufacture of brake pads in this study using the palm slag as a filler, phenolic resin as a binder, steel powder as reinforcing, graphite as a lubricant, alumina as an abrasive. In the manufacture of brake pads remains composition of materials used to variation the compacting and sintering temperature. This study will examine the wear rate and hardness in the brake pads against the brake commercial reference. Brake pads are made with palm slag initial compacting varied is 190 Bar and 380 bar and then proceed with the final compacting of 450 bar \pm 2 minutes. Brake pads that have been heated to a temperature of 150⁰C using the heater. Brake pads that have been sintered variations to 150⁰C and 170⁰C. Brake pads that have sintered be tested for wear and hardness. Brinell hardness testing to get the highest hardness in the brake B is 15.35 BHN (kgf/mm²) commercial brake approaching violence. In dry conditions the wear testing found the smallest wear is approaching commercial brake brake B is equal to 4777 x 10⁻⁶ g/mm².seconds with a braking time of 15.33 seconds and shortest braking distance is 63 meters.

Keywords: Brake pads, palm slag, composite, sintering, compaction

1. Pendahuluan

Riau merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia [1]. Limbah yang dihasilkan oleh PKS ialah berupa tandan kosong (tankos) dan cangkang kelapa sawit. Limbah tersebut pada umumnya digunakan untuk bahan bakar boiler sebagai tenaga pembangkit. Hasil pembakaran tersebut ialah abu (*palm slag*), berupa limbah padat yang biasanya hanya digunakan sebagai pupuk [2]. Ketersediaan yang melimpah ruah inilah yang melahirkan suatu ide, salah satunya ialah dengan menggunakan *palm slag* sebagai bahan pengisi komposit dalam pembuatan kanvasrem non asbestos. Kanvas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju

kendaraan khususnya kendaraan darat. Pada saat kendaraan berkecepatan tinggi, fungsi kanvas rem memiliki beban mencapai 90% dari komponen lainnya, bahkan keselamatan jiwa manusia tergantung pada kemampuan dari komponen tersebut. Kualitas suatu kanvas rem tergantung material pembentuknya. Material pembuat kanvas rem pada umumnya terbuat dari material asbestos. Kanvas rem dari bahan asbestos memiliki kelemahan dalam kondisi basah, ketika kondisi basah bahan tersebut akan mengalami efek licin (*fading*) seperti menggesekkan jari di atas kaca basah atau tidak pakem [3].

Komponen ini perlu mendapat perhatian terhadap kualitas yang mengacu pada standar nasional dan internasional. Seiring

perkembangan teknologi telah dilakukan berbagai penelitian mengacu pada material kanvas rem non asbestos yang murah tanpa menurunkan kualitas produk. Salah satunya ialah memanfaatkan potensi limbah daerah seperti *palm slag* sebagai *filler* material komposit pembuatan kanvas rem non asbestos.

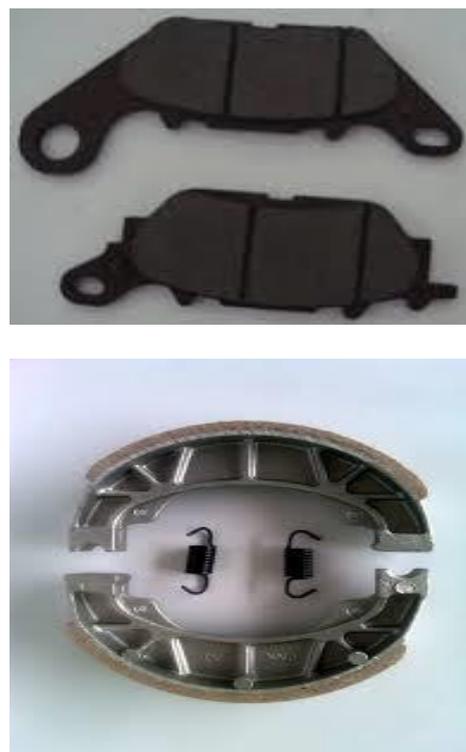
Palm slag memiliki potensi sebagai bahan pengisi untuk pembuatan kanvas rem. *Palm slag* memiliki keunggulan dalam segi massa jenis. Massa jenis yang lebih ringan daripada asbestos membuat *palm slag* sebagai bahan alternatif pengisi komposit untuk pembuatan kanvas rem. Namun kanvas rem berbahan *palm slag* memiliki kekurangan, yaitu volume keausan dan nilai keausannya saat pengujian masih jauh dari yang diharapkan [4]. Hal inilah yang menuntut penelitian lanjutan guna memperbaiki keausan dari kanvas rem berbahan *palm slag*. Penelitian ini mengacu pada variasi temperatur dan tekanan dengan komposisi yang tetap. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian kekerasan dan keausan. Hasil pengujian kanvas rem dalam penelitian akan dievaluasi dengan kekerasan dan keausan produk kanvas rem komersial.

Tinjauan Pustaka

1.1 Kanvas Rem

Sistem rem berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan saat berjalan. Proses ini terjadi dengan memanfaatkan gesekan antara komponen bergerak yang dipasangkan pada roda dengan suatu bahan yang dirancang khusus tahan terhadap gesekan. Komponen yang dirancang dengan bahan khusus tersebut ialah kanvas rem. Gesekan pada kanvas rem (*friction*) merupakan faktor utama dalam pengereman. Oleh karena itu komponen ini dibuat harus mempunyai sifat bahan yang tidak hanya menghasilkan gesekan yang besar, tetapi juga harus tahan terhadap gesekan dan tidak menghasilkan panas yang dapat menyebabkan bahan tersebut meleleh atau berubah bentuk. Pada umumnya bahan

baku kanvas rem ialah asbestos dengan komposisi asbestos 40 s/d 60 %, resin 12 s/d 15%, BaSO₄ 14 s/d 15%, sisanya karet ban bekas, tembaga sisa kerajinan dan *frict dust*. Bahan baku kanvas rem non asbestos: aramyd atau kevlar, rockwool, fiberglass, potasiumtitanate, carbonfiber, graphite, cellulose, vemiculate, *steelfiber*, BaSO₄, resin phenolic, nitrile butadine rubber [5]. Bentuk profil kanvas rem tergantung jenis sistem rem yang digunakan, adapun jenis sistem rem yang umum digunakan ialah sistem rem tromol dan cakram.



Gambar 1.1 Kanvas Rem Cakram dan Tromol

1.2 Material Komposit Kanvas Rem

Kualitas kanvas rem dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi material dan jenis material yang digunakan. Pada umumnya material pembentuk kanvas rem terdiri dari bahan yang mengandung asbestos atau non asbestos. Seiring berkembangnya zaman pengembangan kanvas rem non asbestos marak dilakukan menggunakan *filler* organik. Hal ini didasari oleh performa pengereman kanvas

non asbestos yang jauh lebih baik (tidak *fading*) daripada kanvas asbestos. Adapun material yang sering digunakan dalam pembuatan kanvas rem antara lain:

1. Asbes

Asbes merupakan mineral berbentuk serat halus yang terjadi secara alamiah. Asbes merupakan bahan yang berbasis calcium, magnesium, dan silika yang memiliki sifat khas, yaitu: kuat, tahan terhadap bahan kimia, dan dapat bertahan terhadap suhu tinggi. Secara umum asbes merupakan jenis bahan yang sangat ringan, tahan api serta kedap air namun bukan konduktor yang baik.

2. Tembaga (Cu)

Tembaga membentuk larutan padat dengan unsur-unsur logam lain dalam daerah yang luas dan dipergunakan untuk berbagai keperluan. Secara industri sebagian besar penggunaan tembaga dipakai sebagai kawat atau bahan untuk penukar panas dalam memanfaatkan hantaran listrik dan panasnya yang baik.

3. Resin fenol

Resin fenol merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan industri. Resin ini biasanya berbentuk semi padat. Resin phenolic merupakan salah satu resin yang sering dipakai sebagai bahan pengikat atau matriks komposit, karena sifat kerekatannya serta tahan panas yang cukup tinggi sampai 300⁰C, mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas.

4. Alumina (Al₂O₃)

Alumina adalah bahan baku utama dalam industri peleburan aluminium. Alumina ini berasal dari bermacam-macam bahan baku seperti: bauksit, dowsit, kaolinit, anorthosit, dan lain-lain. Aluminium oksida memiliki kekerasan yang cukup tinggi sehingga sering dipakai sebagai bahan abrasif dan sebagai komponen dalam alat pemotong. Alumina yang dihasilkan melalui anodisasi bersifat amorf, namun beberapa proses oksidasi seperti *plasma electrolytic*

oxidation menghasilkan sebagian besar alumina dalam bentuk kristalin, yang meningkatkan kekerasan.

5. Barium sulfat

Barium sulfat adalah senyawa organik dengan rumus kimia BaSO₄ digunakan sebagai *filler* yang selain untuk menurunkan biaya produksi juga untuk membantu menjaga kestabilan *friction* pada kanvas rem. Barium sulfat merupakan kristal putih *solid* yang terkenal tidak larut dalam air.

6. Grafit

Grafit dan berlian adalah bentuk alotrop karbon, karena kedua senyawa ini mirip namun struktur atomnya berbeda. Grafit terdiri dari lapisan atom karbon yang dapat menggelincir dengan mudah. Grafit amat lembut dan dapat digunakan sebagai *lubricant* untuk membuat peralatan mekanis bekerja lebih lancar. Grafit merupakan penghantar listrik dan panas yang cukup baik tetapi bersifat rapuh. Ditinjau dari segi ketahanan terhadap korosi, grafit merupakan bahan yang bidang penggunaannya sangat luas.

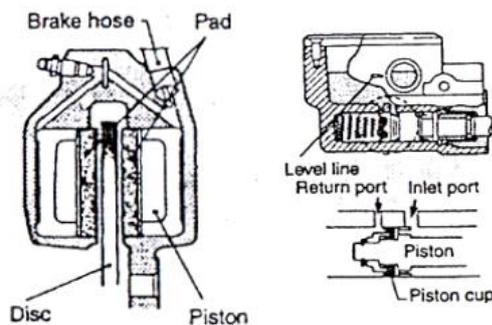
1.3 Mekanisme Kerja Pengereman Pada Sepeda Motor

Sistem rem berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju sepeda motor. Terdapat dua tipe sistem rem yang digunakan pada sepeda motor, yaitu: rem tromol (*drum brake*) dan rem cakram (*disc brake*). Cara pengoperasian sistem remnya juga terbagi dua, yaitu: secara mekanik dan secara hidrolik dengan menggunakan fluida atau cairan. Cara pengoperasian sistem rem tipe tromol umumnya secara mekanik, sedangkan tipe cakram secara hidrolik.

1. Rem Cakram

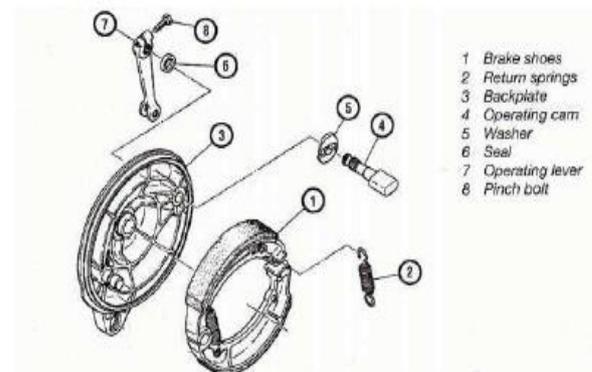
Rem cakram dioperasikan secara mekanis dengan memakai kabel baja secara hidrolis dengan memakai tekanan cairan. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram

(disc) oleh dua bilah sepatu rem (*brake pads*). Rem cakram mempunyai sebuah *plat disc* (plat piringan) yang terbuat dari *stainless steel* yang akan berputar bersamaan dengan roda. Pada saat rem digunakan *plat disc* tercekam dengan gaya bantalan piston yang bekerja secara hidrolis. Menurut mekanisme penggerakannya, rem cakram dibedakan menjadi dua tipe, yaitu rem cakram mekanis dan rem cakram hidrolis. Pada umumnya yang digunakan adalah rem cakram hidrolis. Pada rem cakram tipe hidrolis sebagai pemindah gerak *handle* menjadi gerak *pad*, maka digunakanlah minyak rem. Ketika *handle* rem ditarik, piston di dalam silinder master akan terdorong dan menekan minyak rem keluar silinder. Melalui selang rem tekanan ini diteruskan oleh minyak rem untuk mendorong piston yang berada di dalam silinder caliper. Akibatnya piston pada caliper ini mendorong *pad* untuk mencengkram cakram, sehingga terjadilah aksi pengereman. Saat tangki rem ditekan, piston mengatasi kembalinya *spring* dan bergerak lebih jauh. Tutup piston pada ujung piston menutup *port* kembali dan piston bergerak lebih jauh. Tekanan cairan dalam master silinder meningkat dan cairan akan memaksa caliper lewat *hose* dari rem (*brake hose*). Saat tangan pada *handle* rem dilepaskan, piston tertekan kembali ke reservoir lewat *port* kembali. Mekanisme rem cakram dapat dilihat pada Gambar 1.2 [6].



Gambar 1.2 Mekanisme Rem Cakram

Prinsip kerja rem adalah memanfaatkan gaya gesekan mekanik untuk memperlambat laju kendaraan dan akhirnya berhenti. Konstruksi rem tromol (*drum brake*) yang umumnya dioperasikan secara mekanis dan sistem operasinya cukup sederhana. Rem tromol terdiri atas sepasang sepatu rem, pegas pembalik, tambatan rem, pendorong (*cam*) yang semua itu terpasang pada *hub* roda. Kemudian bersama *hub* tersebut, semua komponen rem dipasang dalam tromol. Rem bekerja dengan menahan putaran tromol. Untuk mengoperasikan sepatu rem, pendorong (*cam*) dihubungkan ke tangki yang selanjutnya dikaitkan pada pedal yang dioperasikan dengan gaya tekan pada kaki. Bila pedal ditekan, *cam* akan bergerak atau berputar yang menyebabkan sepatu rem terdorong dan mengembang. Permukaan sepatu rem sering disebut kanvas rem yang terbuat dari asbestos dan pada prinsip kerjanya menyentuh bagian bawah tromol. Bila tromol berputar, kanvas rem akan menahannya dan menyebabkan putaran roda akan semakin lambat atau berhenti secara seketika. Konstruksi rem tromol dapat dilihat pada Gambar 1.3 [7].



Gambar 1.3 Konstruksi Rem Tromol

1.4 Proses Pembuatan Komposit Kanvas Rem dengan Metalurgi Serbuk

Proses pembuatan kanvas rem sepeda motor bahan penguatnya (*reinforced*) terdiri atas partikel yang tersebar merata dalam matriks yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga menghasilkan bentuk padat yang baik.

Proses pembuatan kanvas rem cenderung menggunakan proses metalurgi serbuk. Metalurgi serbuk merupakan salah satu teknik produksi dengan menggunakan serbuk sebagai material awal sebelum proses pembentukan. Prinsip ini adalah memadatkan serbuk logam menjadi bentuk yang diinginkan dan kemudian memanaskannya di bawah temperatur leleh, sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Metode metalurgi serbuk memberikan kontrol yang teliti terhadap komposisi dan penggunaan campuran yang tidak dapat difabrikasi dengan proses lain. Ukuran ditentukan oleh cetakan dan penyelesaian akhir (*finishing touch*) [8]. Berikut tahapan dalam pembuatan produk dengan menggunakan metalurgi serbuk:

- Proses pencampuran serbuk (*mixing*)

Proses pembuatan komposit dengan metalurgi serbuk, pencampuran antara material penguat dengan matrik dikategorikan sebagai proses *mixing*. Pencampuran partikel penguat dengan matrik dapat dilakukan dengan cara pencampuran dengan menggunakan medium cairan (*wet mixing*) dan pencampuran tanpa menggunakan cairan (*dry mixing*). Proses pencampuran antara partikel penguat dengan bertujuan agar partikel penguat dan matrik tercampur secara homogen dan diharapkan tidak terjadi penggumpalan (aglomerisasi) kedua material tersebut.

- Proses kompaksi (*compaction*)

Penekanan adalah salah satu cara untuk memadatkan serbuk menjadi bentuk yang diinginkan. Terdapat beberapa metode penekanan, diantaranya penekanan dingin (*cold compaction*) dan penekanan panas (*hot compaction*). Proses kompaksi juga bertujuan untuk menghindari gas yang terjebak di dalam komposit cetak, sehingga terhindar dari cacat porositas. Selama proses kompaksi perlu diperhitungkan gesekan yang

terjadi. Pelumasan pada cetakan serta pencampuran bahan pelumas pada bahan cetak (grafit) menjadi faktor penting dalam proses ini.

- Proses *Sintering*

Komposit mempunyai bermacam-macam karakteristik, salah satunya adalah struktur polykristal yang pembentukannya dilakukan dengan cara perlakuan panas atau sering disebut dengan proses *sintering* dengan temperatur sedikit dibawah titik lelehnya (*melting point*). Dalam proses *sintering* terjadi gaya tarik-menarik antar molekul atau atom yang menyebabkan terjadinya bentuk padatan dengan massa yang koheren dari komposit yang dihasilkan. Beberapa variabel yang dapat mempercepat proses *sintering* yaitu: densitas awal, ukuran partikel, temperatur *sintering* dan waktu *sintering*.

2. Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah *palm slag* sebagai *filler*, phenolic resin sebagai bahan pengikat, serbuk baja sebagai penguat, grafit sebagai pelumas dan alumina sebagai bahan abrasif. Komposisi bahan dilakukan berdasarkan persentase massa. Adapun pembagian komposisi bahan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Bahan Pembuat Kanvas Rem *Filler Palm Slag*.

Bahan	Sampel
Phenolic resin	20%
<i>Palm slag</i>	40%
Graphit	10%
Serbuk baja	20%
Alumina	10%

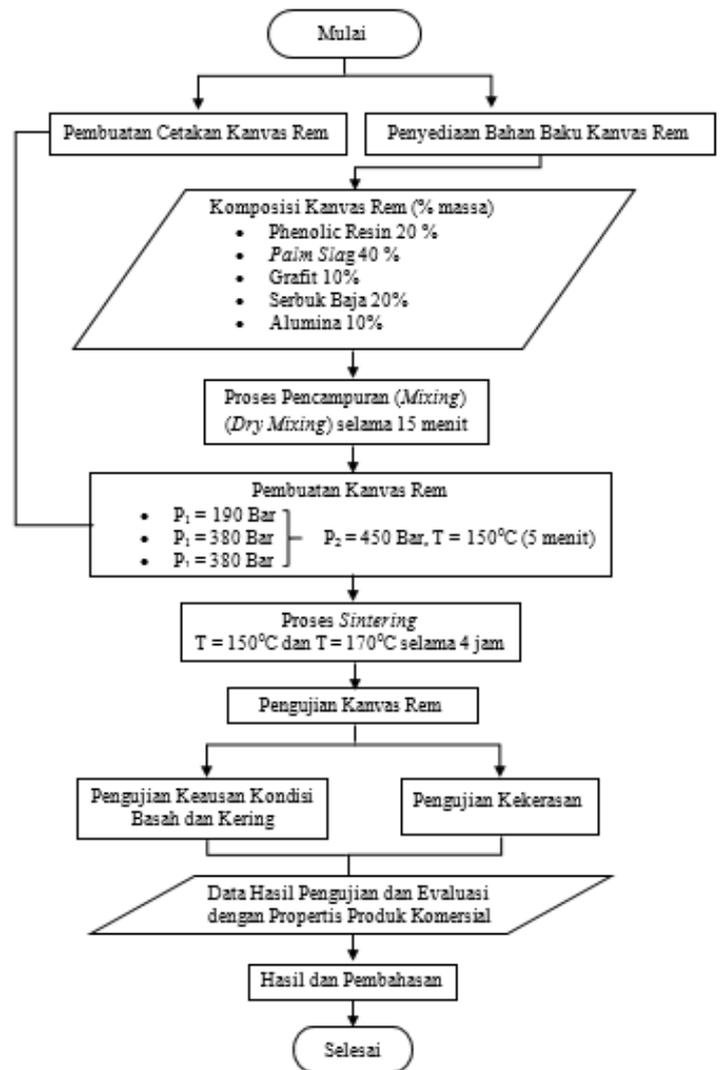
Dalam penelitian ini kanvas rem yang dibuat ialah kanvas rem cakram belakang pada sepeda motor Supra X 125. Berdasarkan prinsip kerja dalam pengereman kanvas rem cakram dibuat sepasang, guna menghentikan putaran roda

dengan menjepit piringan cakram (*disc*). Komposisi bahan dalam penelitian ini tetap namun yang divariasikan ialah tekanan kompaksi dan temperatur *sintering*. Sampel kanvas rem yang akan dibuat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Variasi Perlakuan Kanvas Rem Komposit *Filler Palm Slag*.

No	Produk	P (Bar)	T _{sinter} (°C)
1	Kanvas Rem A	190	150
2	Kanvas Rem B	380	150
3	Kanvas Rem C	380	170

Proses penyiapan bahan baku dimulai dari pengayakan *palm slag*. Pengayakan ini agar diperoleh ukuran partikel yang homogen. Proses pembuatan kanvas rem meliputi proses *mixing*, proses kompaksi dan proses *sintering*. Pembuatan kanvas rem menggunakan cetakan yang memiliki bentuk sesuai kanvas rem komersial. Proses *mixing* bahan baku dilakukan dengan metode *dry mixing* menggunakan *blade mixer*. Lama proses *mixing* ± 15 menit. Proses kompaksi awal dalam penelitian ini divariasikan yaitu 190 Bar dan 380 Bar dan ditahan selama ± 2 menit agar kompaksi merata. Selanjutnya dilakukan kompaksi akhir sebesar 450 Bar. Kanvas rem yang telah mengalami kompaksi dipanaskan pada temperatur 150°C selama ± 5 menit. Kanvas rem tersebut dikeluarkan dari cetakan dan dilanjutkan dengan proses *sintering* yang divariasikan pada temperatur 150°C dan 170°C. Kanvas rem yang telah disintering akan dilakukan proses *finishing*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengujian Kekerasan dan Keausan Kanvas Rem Komposit *Filler Palm Slag*

Alat uji kekerasan yang digunakan ialah *Universal Hardness Tester*. Uji kekerasan menggunakan Metode Brinell dengan besar pembebanan 15,625 kgf dan diameter indenter 2,5 mm. Standar pengujian ini ialah ASTM F 1957-99. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 titik pengujian pada kanvas rem untuk mengetahui kekerasan kanvas rem hasil penelitian. Kekerasan kanvas rem dihitung menggunakan Persamaan 3.1 [9].

$$HB = \frac{2F}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- F = Load (kgf)
- D = Diameter indentor (mm)
- d = Diameter penjejakan (mm)
- HB = Hardness Brinell (Kgf/mm²)

Uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Uji Kekerasan Kanvas Rem

Data uji kekerasan kanvas rem dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Uji Kekerasan Kanvas Rem

No	Produk	Kekerasan BHN (Kgf / mm ²)
1	Kanvas Rem A	15,15
2	Kanvas Rem B	15,35
3	Kanvas Rem C	14,02
4	Kanvas Komersial	16,23

Pengujian Keausan dilakukan langsung pada sepeda motor Supra X 125 (*test drive*). Standar pengujian keausan pada sepeda motor berdasarkan SNI 4404:2008. Prinsip pengujian dengan menggantungkan beban seberat 3,6 kg pada pedal rem yang bertujuan agar gaya pengereman konstan atau stabil.

Kecepatan sepeda motor ialah 60 km/jam dengan proses pengereman pada gigi tertinggi. Kondisi jalan harus rata dan tidak bergelombang. Jarak pengereman diukur menggunakan mistar ukur (mistar ukur pita) dan lama pengereman hingga berhenti diukur menggunakan stopwatch. Keausan kanvas rem dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2 [10].

$$W = \frac{m_0 - m_1}{A \times t} \quad (3.2)$$

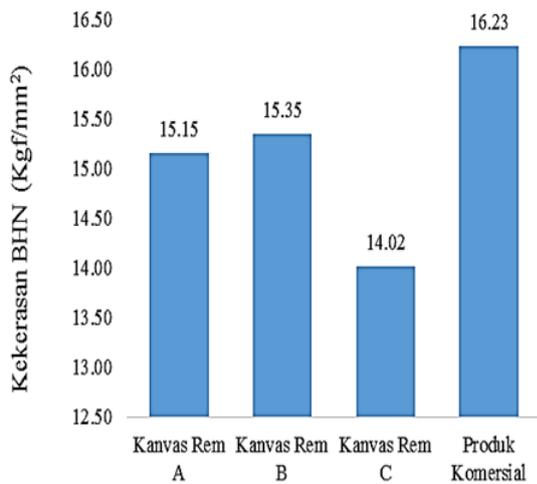
Keterangan:

- W = Keausan (g/mm².detik)
- m₀ = Massa awal (g)
- m₁ = Massa sesudah (g)
- A = Luas kanvas rem (mm²)
- t = Waktu pengausan (detik)

Tabel 3.2 Data Uji Keausan Kanvas Rem Bahan Komposit *Filler Palm Slag*

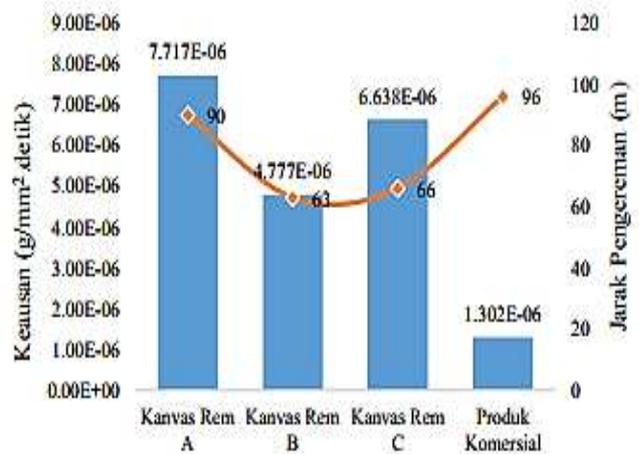
No	Produk	Kondisi Pengujian	W ₀ (g)	W ₁ (g)	Δ W (g)	A (mm ²)	Jarak (m)	t (detik)	W (g/mm ² .detik)
1	Kanvas Rem A	Kering	83,691	83,494	0,197	1625	90	15,71	7,717 x10 ⁻⁶
	Kanvas Rem B		71,981	71,862	0,119	1625	63	15,33	4,777 x10 ⁻⁶
	Kanvas Rem C		65,295	65,129	0,166	1625	66	15,39	6,638 x10 ⁻⁶
	Produk Komersial		100,734	100,699	0,035	1625	96	16,54	1,310 x10 ⁻⁶

Berdasarkan data uji kekerasan pada Tabel 3.1 maka dibuatlah histogram kekerasan terhadap masing-masing kanvas rem. Histogram tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Histogram Kekerasan Terhadap Masing-Masing Produk Kanvas Rem.

Berdasarkan data uji keausan pada Tabel 3.2 maka dibuatlah histogram keausan terhadap masing-masing kanvas rem. Histogram tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

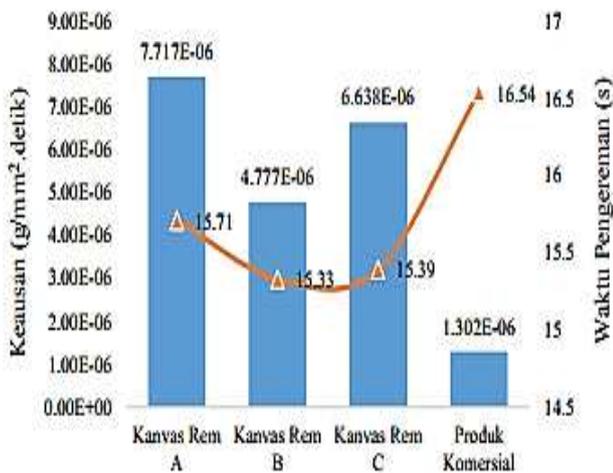


Gambar 3.4 Histogram Hubungan Keausan dan Jarak Pengereman Terhadap Masing-Masing Produk Kanvas Rem.

3.2 Pembahasan

Gambar 3.3 merupakan histogram hubungan kekerasan terhadap masing-masing produk kanvas rem. Kanvas rem A, B dan C merupakan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag*. Berdasarkan histogram nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan pada kanvas rem B 15,35 BHN (Kgf/mm²) dan kekerasan terendah pada kanvas rem C 14,02 BHN (Kgf/mm²). 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 nilai kekerasannya akan semakin menurun [11].

Hal inilah yang menyebabkan kanvas rem B memiliki nilai 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 nilai kekerasan suatu bahan. Semakin besar tekan kompaksi yang diterima bahan saat dicetak, maka semakin



Gambar 3.3 Histogram Hubungan Keausan dan Waktu Pengereman Terhadap Masing-Masing Produk Kanvas Rem.

tinggi kepadatan bahan serta porositas yang terjadi semakin kecil. Sedangkan pada kanvas rem C nilai kekerasan rendah disebabkan temperatur *sintering* yang cukup tinggi yaitu 170°C , dimana temperatur *sintering* berbanding terbalik dengan nilai kekerasan.

Jika dilihat secara keseluruhan dari histogram, kanvas rem komersial X memiliki nilai kekerasan tertinggi, yaitu 16,23 BHN (kgf/mm^2). Sedangkan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* yang mendekati nilai kekerasan kanvas rem komersial X ialah kanvas rem B. Perbedaan kekerasan ini disebabkan komposisi bahan pembentuk kanvas rem komersial X yang terdiri atas serat penguat seperti serat baja, serat karbon, kevlar dan wool [12]. Serat penguat tersebut menjadikan ikatan kuat antar bahan penyusun dan meningkatkan kepadatan (densitas) pada kanvas rem yang meningkatkan kekerasan kanvas rem

Pada Gambar 3.4 dan 3.5 dijelaskan bahwa keausan pada kanvas rem *filler palm slag* masih jauh lebih besar daripada keausan kanvas rem komersial X. 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 X. 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 X memiliki nilai keausan $1.310 \times 10^{-6} \text{ g}/\text{mm}^2 \cdot \text{detik}$. Sedangkan kanvas rem B nilai keausan $4.777 \times 10^{-6} \text{ g}/\text{mm}^2 \cdot \text{detik}$. Jika dilihat dari lama waktu pengereman dan jarak pengereman, kanvas rem B dapat dikatakan lebih pakem daripada kanvas rem komersial X. Kanvas rem B membutuhkan waktu pengereman hingga

berhenti sebesar 15,33 detik dengan jarak pengereman 63 meter, sedangkan kanvas rem komersial X membutuhkan waktu sebesar 16,54 detik dengan jarak 96 meter. Hal ini menunjukkan bahwa kanvas rem B memiliki performa yang cukup baik dalam pengereman pada sepeda motor.

4. Simpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dan analisis data pengujian kanvas rem yang didapat maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Tekanan kompaksi dan temperatur *sintering* optimum yang menghasilkan kekerasan kanvas rem bahan komposit *filler palm slag* tertinggi dengan laju keausan terkecil ialah tekanan kompaksi 380 Bar dan temperatur *sintering* 150°C .
2. Kekerasan kanvas rem *palm slag* yang mendekati kekerasan kanvas rem komersial ialah kanvas rem B ($P = 380 \text{ bar}$, $T_{\text{sinter}} = 150^{\circ}\text{C}$) yaitu 15,35 BHN (Kgf/mm^2) dengan laju keausan terkecil yang mendekati kanvas rem komersial sebesar $4,777 \times 10^{-6} \text{ g}/\text{mm}^2 \cdot \text{detik}$ dengan waktu pengereman 15,33 detik dan jarak pengereman yaitu 63 meter. Kanvas rem B memiliki performa yang lebih baik dalam pengereman daripada kanvas komersial.

5. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam hal komposisi paduan berupa penambahan bahan paduan dan serat untuk mendapatkan kanvas rem yang pakem dalam setiap kondisi pengereman baik basah maupun kering.
2. Perlu diperhatikan beberapa parameter dalam pembuatan kanvas rem yaitu teknik *mixing* dan temperatur *sintering*.

Daftar Pustaka

- [1] Syahza, 2011. Potensi Pengembangan Industri Kelapa Sawit Riau. Lembaga Penelitian UR.
- [2] Anonim, 2013. Bahan Bakar Boiler Pabrik Kelapa Sawit.
- [3], [12] Kartiwa, 2009. Peningkatan Standar Kanvas Rem Kendaraan Berbahan Baku Asbestos dan Non Asbestos (Selulose) Untuk Keamanan. PT. Industri Bagas Perkasa.
- [4] Ruzaidi.C.M dkk, 2011. *Comparative Study on Thermal, Compressive, and Wear properties of Palm Slag Brake Pad Composite with Other Fillers*. School of Material Engineering, Universiti Malaysia Perlis (UniMAP): ISSN 1991-8178.
- [5] Pratama. 2011. “Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kanvas Rem dengan Penguat Fly Ash Batubara.” Skripsi. Program Sarjana Teknik Mesin Universitas Hassanudin.
- [6] Jama, 2008. Teknik Sepeda Motor. Jakarta: Dinas pendidikan Nasional.
- [7] Soebiyakto, 2012. Pengaruh Jenis Kanvas Rem dan Pembebanan Pedal Terhadap Putaran Output Roda dan Laju Keausan Kanvas Rem Pada Sepeda Motor. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang.
- [8] Helmy, 2012. “Laporan Tugas Akhir Metalurgi Serbuk.” Skripsi. Program Studi Sarjana Institut Sepuluh November.
- [9] Callister.W.D. 2007. Material Science and Engineering, Canada: United States of America on acid-free paper.
- [10] Multazam, 2012. Analisa Pengaruh Variasi Merek Kanvas Rem Tromol Dan Kecepatan Sepeda Motor Honda Supra X 125 Terhadap Keausan Kanvas Rem. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram: ISSN: 2088-088X.
- [11] Purboputro, 2012. Pengembangan Kanvas Rem Sepeda Motor dari Komposit Serat Bambu, Fiber Glass, Serbuk Aluminium dengan Pengikat Resin Polyester Terhadap Ketahanan Aus dan Karakteristik Pengeremannya. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta: ISSN: 1979-911X.