

ANALISIS PENGARUH UKURAN SERBUK KACA PADA PEMBUATAN KANVAS REM SEPEDA MOTOR DENGAN PENGISI SERBUK PISTON BEKAS

Feldy Anggria¹, Putri Nawangsari², Dedy Masnur³

Casting And Solidification Technology Group

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Feldyanggria2@gmail.com¹, Putrinawangsari@gmail.com², dedymasnur@gmail.com³

Abstract

Waste glass and piston can be used as alternative material to non-asbestos brake pads with powder metallurgy method. Waste glass was used as a reinforce, the piston was used as a filler, and phenolic resin was used as a binder. This study purposes to investigates the influence of size the glass powder particles on the wear resistance and hardness. The powders composition of phenolic resin, piston, and glass was 40%, 40% and 20% respectively, based on volume fraction. The glass powder was mixed in three varied sizes which is 60, 80, and 100 mesh. The mixing process was conducted in 30 minutes mixing time at 45 rpm. 166 bar preliminary pressure was applied at the beginning of single action compacting for 2 minutes then 196 bar and in single action hot compacting at 150°C for 5 minutes, then it was sintered at 150°C for 4 hours. Then, the samples were followed hardness test and wear test. The results showed the composition of the 60 mesh glass has the closest hardness and wear value to the commercial product which is 41.296 HVN and $8.2795 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$.

Keyword : Brake pads, Waste glass, Particle size

1. Pendahuluan

Limbah kaca dan piston bekas merupakan salah satu limbah padat yang belum dimanfaatkan dengan baik, limbah piston di Indonesia pertahun mencapai 6765,5 ton dan terus meningkat, sedangkan ketersediaan limbah kaca berdasarkan estimasi dari 26 kota besar di Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 38,5 juta ton pertahunnya dan dari jumlah tersebut, 0,7 juta ton merupakan sampah kaca [1]. Pemanfaatan limbah piston selama ini terbatas hanya pada pengecoran ulang atau *remelting* sedangkan limbah kaca hanya sebatas pada bidang seni kerajinan tangan, sehingga perlu dilakukan upaya dalam pemanfaatan limbah kaca dan piston bekas untuk mengurangi dampak buruk pada lingkungan.

Limbah kaca memiliki potensi dan dipandang strategis sebagai bahan dasar komposit yang kuat. Limbah kaca didominasi oleh bahan penyusun silika (SiO_2) diatas 60% memiliki sifat unggul berupa titik lebur yang tinggi (1400°C - 1600°C) dan sifat mekanik yang sangat kuat [2]. Piston terbuat dari paduan aluminium dan silikon memiliki daya tahan terhadap korosi, abrasi, ulet, dan kekuatan tinggi tetapi kekerasan rendah [3]. kanvas rem menggunakan metode metalurgi serbuk dengan variasi bahan dasar serbuk tempurung kelapa, Aluminium dan bermatriks epoksi dengan melihat tingginya kadar silika yang terkandung dalam serbuk tempurung (70%-80%) [4]. Potensi tempurung kelapa dijadikan sebagai partikel penguat bahan gesek non-asbes selain melihat kadar silika yang terkandung di dalamnya, tempurung kelapa dijadikan alternatif partikel penguat bahan gesek karena memiliki karakteristik

fisik dan mekanik yang baik yaitu kekerasan dan kerapatannya tinggi, serta serapan airnya rendah [5]. Kandungan silika yang terdapat pada kaca dan unsur paduan Al-Si yang terdapat pada piston berpotensi dijadikan sebagai bahan friksi kanvas rem sebagai pengganti serbuk tempurung kelapa dan aluminium.

Kanvas rem dengan komposisi serbuk tempurung kelapa 20%, serbuk Al 40%, resin 40% memiliki angka paling mendekati dengan kanvas rem komersial. Komposisi ini memiliki angka keausan $0,071 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ serta memiliki angka kekerasan $16,8 \text{ kgf/mm}^2$ [4]. Persentase komposisi ini dapat dijadikan sebagai persentase komposisi dalam pemanfaatan limbah kaca dan piston sebagai bahan friksi kanvas rem.

Ukuran serbuk tempurung kelapa (STK) sebagai pengisi komposit polyester tak jenuh berpengaruh terhadap sifat mekanik dan penyerapan air dengan variasi ukuran STK 50, 70 dan 100 mesh. Kekuatan tarik maksimum diperoleh pada ukuran STK 70 mesh sebesar 42,558 MPa dan untuk kekuatan bentur diperoleh bahwa ukuran pengisi STK sebesar 100 mesh sudah mampu meningkatkan kekuatan komposit sebesar $6083,47\text{J/m}^2$, sedangkan penyerapan air yang paling tinggi terdapat pada ukuran STK 70 mesh [6]. Ukuran serbuk mempengaruhi sifat mekanik komposit yang dibuat dengan cara metalurgi serbuk. Berdasarkan uraian sebelumnya, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh ukuran partikel serbuk kaca pada pembuatan kanvas rem sepeda motor dengan pengisi serbuk piston bekas agar diperoleh ukuran partikel serbuk kaca dengan sifat mekanik yang mendekati sifat mekanik produk komersial.

2. Metodologi

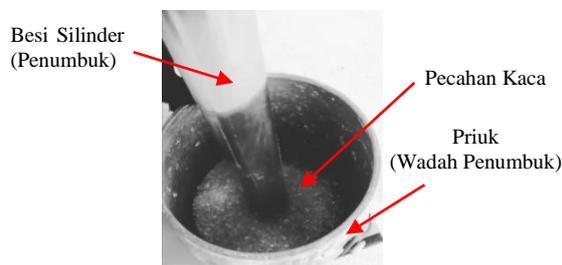
2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ayakan, Mesin Bubut, Mesin *Bending* Pelat, Cetakan Kanvas Rem, *Tempering Furnace*, *Thermometer*, *Universal Hardness Tester*, Alat Uji Keausan Tipe Vertikal.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah piring kaca bening jenis *soda lime glass*, Piston bekas *Engine 4HG1* mobil ISUZU NKR71 dan Resin *Phenolic*.

2.2 Pembuatan Serbuk Kaca

Piring kaca yang telah dibersihkan selanjutnya dilakukan penumbukan secara mekanis dengan meletakkan piring kaca ke dalam wadah penumbuk, selanjutnya diayak untuk memperoleh ukuran serbuk kaca 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh (ASTM-E-11-61). Proses penumbukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penumbukan Piring Kaca

2.3 Pembuatan Serbuk Piston Bekas

Piston bekas *Engine 4HG1* mobil ISUZU NKR71 dibersihkan dari kotoran terutama kerak. Piston bekas yang telah bersih digerinda menggunakan gerinda tangan di dalam wadah penampungan agar serbuk hasil proses penggerindaan tidak terbuang, selanjutnya diayak untuk memperoleh ukuran serbuk piston 100 mesh (ASTM-E-11-61).

2.4 Pembuatan Serbuk Resin *Phenolic*

Bongkahan resin *phenolic* dimasukkan ke dalam plastik transparan, kemudian resin di dalam plastik digiling secara manual menggunakan rol penggiling, selanjutnya diayak untuk memperoleh ukuran serbuk 60 mesh (ASTM-E-11-61).

2.5 Persiapan Bahan Kanvas Rem

Serbuk kaca, serbuk piston, dan serbuk resin *phenolic* yang telah diayak selanjutnya ditimbang sesuai komposisi masing-masing serbuk dalam pembuatan kanvas rem berdasarkan fraksi volume.

Komposisi bahan kanvas rem dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Bahan Kanvas Rem

Bahan	% Bahan
Resin <i>Phenolic</i> (pengikat)	40%
Serbuk Piston Bekas (pengisi)	40%
Serbuk Kaca (penguat)	20%

Massa bahan yang dibutuhkan dihitung berdasarkan volume spesimen yang akan dibuat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Massa bahan} = \text{Persentase bahan} \times \rho \times \text{Volume cetakan}$$

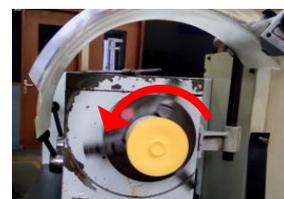
Dimensi spesimen yang akan dibuat berbentuk silindris dengan diameter 30 mm dan tebal 7 mm, sehingga volume spesimen (volume cetakan) adalah 4,9455 cm³. Massa bahan spesimen uji kanvas rem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Massa Bahan Spesimen Uji Kanvas Rem

Bahan	% bahan	Volume Cetakan (cm ³)	Massa (g)
Resin <i>Phenolic</i>	40%	4,9455	2,176
Serbuk Kaca	20%		2,502
Serbuk Piston	40%		5,127
Massa Total/ Spesimen Uji			9,805

2.6 Proses *Mixing*

Proses *mixing* komposisi bahan yang telah ditimbang dilakukan menggunakan metode *dry mixing* dengan memanfaatkan putaran *spindle* dari mesin bubut dengan kecepatan putaran 45 rpm selama 30 menit. Proses *sintering* dapat dilihat pada Gambar 2.

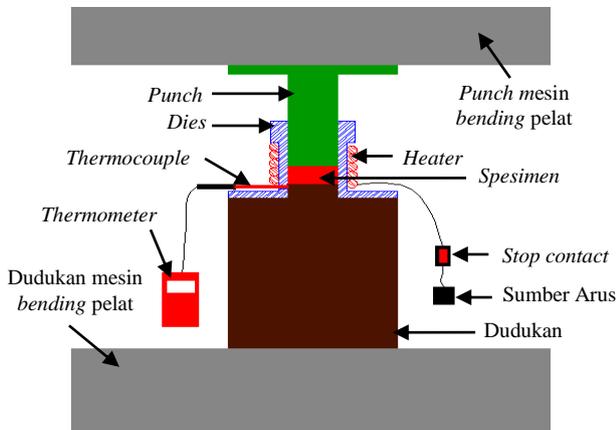


Gambar 2 Proses *Mixing*

2.7 Proses Kompaksi

Komposisi bahan kanvas rem yang telah melalui proses *mixing* selanjutnya dicetak menjadi produk spesimen uji kanvas rem menggunakan cetakan yang dirancang berdasarkan modifikasi mesin *bending* pelat dan dimensi produk spesimen uji. Cetakan kanvas rem diolesi oli (pelumas), lalu cetakan dipasang pada mesin *bending* pelat dan diposisikan sejajar atau satu sumbu antara *punch*, *dies*, dan dudukan cetakan kanvas rem. Komposisi

bahan dituang ke dalam cetakan secara perlahan dan diratakan. Proses kompaksi dilakukan menggunakan metode *hot compacting single action* dengan kompaksi awal sebesar 166 Bar ditahan selama 2 menit dan kompaksi akhir sebesar 196 Bar pada temperatur 150°C dan ditahan selama 5 menit. Proses kompaksi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Proses Kompaksi

2.8 Proses Sintering

Proses *sintering* dilakukan pada temperatur 150°C dengan waktu penahanan (*holding time*) selama 4 jam menggunakan *Tempering furnace* yang dilengkapi sistem control temperature. Proses *sintering* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Proses Sintering

2.9 Pengujian Kekerasan

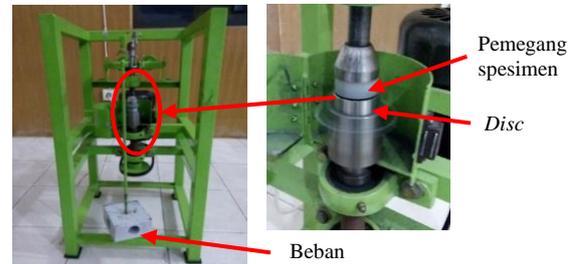
Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 5 titik pengujian pada setiap spesimen. Pengujian kekerasan menggunakan metode vickers. Indentor yang digunakan piramida intan dengan sudut 136° dan beban penekanan 15,625 kgf dengan lama waktu penekanan 30 detik (ASTM E 92-82). Proses pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Proses Pengujian Kekerasan

2.10 Pengujian Keausan

Pengujian keausan menggunakan metode *Pin on disc* (ASTM D 3702-95). Pengujian keausan dilakukan pada spesimen uji produk penelitian dengan diameter 30 mm dengan beban penekanan yang diberikan sebesar 3,6 kg dan laju putaran piringan 800 rpm, serta jarak lintasan yang ditempuh 1000 m sehingga diperoleh waktu pengujian keausan selama 13 menit 15 detik. Proses pengujian keausan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Proses Pengujian Keausan

3. Hasil dan Pembahasan

Produk hasil metalurgi serbuk material kanvas rem dengan resin *phenolic* (40%), piston bekas (40%), dan kaca (20%) dapat dilihat pada Gambar 7.



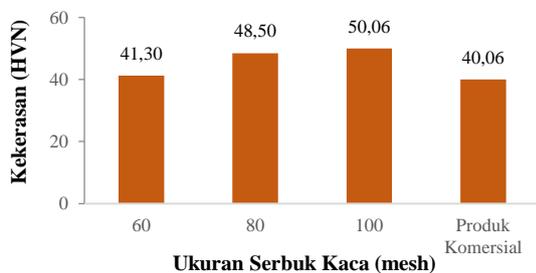
Gambar 7 Produk Hasil Metalurgi Serbuk Resin *Phenolic*, Piston Bekas, dan Kaca

3.1 Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Kaca Terhadap Kekerasan

Grafik data pengujian kekerasan terhadap ukuran partikel serbuk kaca yang diperlihatkan pada Gambar 8, menunjukkan bahwa nilai kekerasan terendah diperoleh pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh yaitu 41,296 HVN, sedangkan pada ukuran partikel serbuk kaca 80 mesh diperoleh nilai kekerasan sebesar 48,502 HVN, dan pada ukuran partikel serbuk kaca 100 mesh diperoleh nilai kekerasan tertinggi yaitu 50,058 HVN. Nilai kekerasan produk kanvas rem dari seluruh variasi ukuran partikel serbuk kaca berada di atas nilai kekerasan produk komersial yang dijadikan sebagai pembanding yaitu 40,06 HVN. Nilai kekerasan produk kanvas rem dari seluruh variasi ukuran partikel serbuk kaca yang mendekati nilai kekerasan produk komersial yaitu produk kanvas rem dengan nilai kekerasan terendah yang diperoleh

pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh yaitu 41,296 HVN. Nilai kekerasan pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh masih berada 1,236 HVN diatas nilai kekerasan produk komersial, agar nilai kekerasan lebih mendekati produk komersial perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan ukuran partikel serbuk kaca yang lebih besar dari ukuran 60 mesh.

Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada komposisi dengan ukuran partikel serbuk kaca terkecil yaitu 100 mesh, pada komposisi ini terjadi interaksi yang kuat antara permukaan serbuk kaca dengan matriks *phenolic* resin. Reaksi antarfasa akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel pengisi komposit [7]. Ukuran partikel serbuk kaca 100 mesh pada komposisi ini mengakibatkan luas permukaan kontak antar partikel serbuk kaca dan *phenolic* resin lebih luas dari pada ukuran serbuk kaca 60 mesh dan 80 mesh sehingga transfer tegangan antara serbuk kaca dan *phenolic* resin terjadi lebih baik dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat. Ukuran partikel yang lebih kecil akan memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat terdispersi lebih baik ke dalam matriks [8].



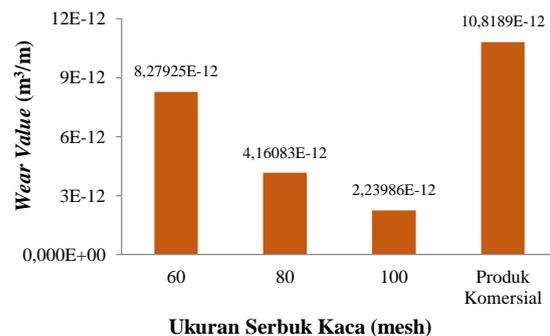
Gambar 8 Data Pengujian Kekerasan Terhadap Ukuran Partikel Serbuk Kaca

3.2 Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Kaca Terhadap Keausan

Grafik data pengujian keausan terhadap ukuran partikel serbuk kaca yang diperlihatkan pada Gambar 9, menunjukkan bahwa nilai keausan produk kanvas rem berbanding terbalik dengan nilai kekerasan, semakin keras produk kanvas rem maka nilai keausan semakin rendah. Hasil pengujian keausan menunjukkan nilai keausan produk kanvas rem menurun seiring dengan semakin kecilnya ukuran partikel serbuk kaca. Nilai keausan tertinggi diperoleh pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh yaitu $8,279 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$, sedangkan pada ukuran partikel serbuk kaca 80 mesh diperoleh nilai keausan sebesar $4,1608 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$, dan pada ukuran partikel serbuk kaca 100 mesh diperoleh nilai keausan terendah yaitu $2,2398 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$. Nilai keausan produk kanvas rem dari seluruh variasi ukuran partikel serbuk kaca berada di bawah nilai keausan produk komersial yang

dijadikan sebagai pembanding yaitu $10,8189 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$. Nilai keausan produk kanvas rem dari seluruh variasi ukuran partikel serbuk kaca yang mendekati nilai keausan produk komersial yaitu produk kanvas rem dengan nilai keausan tertinggi yang diperoleh pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh yaitu $8,2795 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$. Nilai keausan pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh masih berada $2,5394 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$ di bawah nilai keausan produk komersial, agar nilai keausan lebih mendekati produk komersial perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan ukuran partikel serbuk kaca yang lebih besar dari ukuran 60 mesh.

Nilai keausan terendah terdapat pada komposisi dengan ukuran partikel serbuk kaca terkecil yaitu 100 mesh, pada komposisi ini terjadi interaksi yang kuat antara permukaan serbuk kaca dengan matriks *phenolic* resin. Reaksi antarfasa akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel pengisi komposit [7]. Ukuran partikel serbuk kaca 100 mesh pada komposisi ini mengakibatkan luas permukaan kontak antar partikel serbuk kaca dan *phenolic* resin lebih luas dari pada ukuran serbuk kaca 60 mesh dan 80 mesh sehingga transfer tegangan antara serbuk kaca dan *phenolic* resin terjadi lebih baik dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat. Ukuran partikel yang lebih kecil akan memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat terdispersi lebih baik ke dalam matriks [8].



Gambar 9 Data Pengujian keausan Terhadap Ukuran Partikel Serbuk Kaca

4. Simpulan

Simpulan yang dapat ditarik dalam penelitian ini adalah semakin kecil ukuran partikel serbuk kaca meningkatkan nilai kekerasan kanvas rem dan menurunkan nilai keausan kanvas rem. Sifat mekanik (kekerasan dan keausan) kanvas rem optimum yang mendekati sifat mekanik kanvas rem komersial dengan nilai kekerasan sebesar 40,06 HVN dan nilai keausan sebesar $10,8189 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$ diperoleh pada ukuran partikel serbuk kaca 60 mesh dengan nilai kekerasan sebesar 41,296 HVN dan nilai keausan sebesar $8,2795 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Riau atas bantuan dana dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] KNLH. 2008. *Statistik Persampahan Indonesia*
- [2] Morshed, M.M. and Haseeb, A.S.M.A. 2004. Physical and Chemical Characteristics of Commercially Available Brake Shoe Lining Materials. A Comparative Study. Dhaka: Materials and Metallurgical Department, Bangladesh University of Engineering and Technology.
- [3] Cole, G S. and Sherman, A. M. 1995. "Light weight materials for automotive applications". *Material Characterization*. 35 (1) pp. 3–9.
- [4] Santoso, Yuyun Esriyanto, Danar Susilo Wijayanto. 2013. *Studi Pemanfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa-Aluminium Sebagai Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos*. UNS.
- [5] Kumagai S. & Sasaki, J. 2009. *Carbon/Silica composite fabricated from rice husk by means of binderless hot-pressing*, *Bioresource Technol* 100: 3308–3315.
- [6] Sijabat, F,I, Saragih,J,dan Halimatuddahlia. 2013. Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Poliester Tak jenuh Terhadap Sifat Mekanik dan Penyerapan Air. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol 2, No. 4.
- [7] Zhang, S. dkk ., "The effects of particle size and content on thermal conductivity and mechanical properties of Al₂O₃ high density polyethylene (HDPE) composites". (*Express Polymer Letters*. 2011).
- [8] Yusmaniar & Suryani M, P., 2012. *Pemanfaatan Silika dari Sekam Padi Pada Komposit Poliester Tak Jenuh-Silika*. *JRSKT* Vol.2 No.2.