

# PEMBUATAN BAHAN GESEK KAMPAS REM MENGUNAKAN SERBUK TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI PEMODIFIKASI GESEK

Sutikno, Nathan Hindarto, Putut Marwoto, dan Supriadi Rustad

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk memfabrikasi bahan gesek menggunakan bahan dasar serbuk tempurung kelapa yang dapat diterapkan pada kampas rem kendaraan bermotor. Formula bahan gesek dasar terdiri-dari sekitar sepuluh ingredient. Serbuk tempurung kelapa dipilih untuk mengganti grafit atau serbuk batu bara. Pada dasarnya bahan gesek kampas rem tersusun dari pengikat, pengisi, pemodifikasi gesek, dan serat. Pengikat, pengisi, dan penguat yang dipakai dalam penelitian ini adalah berturut-turut SBR 1712,  $\text{CaCO}_3$  dan serbuk tempurung kelapa. Spesimen dipersiapkan berdasarkan tahap eksperimen berikut: persen volume masing-masing ingredient diukur, bahan-bahan dicampur dengan menggunakan blender, di-cure pada  $190^\circ\text{C}$  selama 3 jam dan kemudian dipanasi pada  $200^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Komposisi serbuk tempurung kelapa divariasi antara 10% sampai 30% dari volume total mould dan diperhitungkan menggunakan pendekatan Golden Section. Kadar unsur masing-masing bahan gesek diukur menggunakan *energy dispersive x-ray spectroscopy* (EDS). Morfologi permukaan bahan gesek kampas rem diamati menggunakan scanning electron microscopy (SEM). Kekerasan permukaan diukur menggunakan Rockwell Hardness Tester (Wilson M1C1), Acco Wilson Instruments dan kekuatannya diukur menggunakan mesin uji tarik.

Kata kunci: bahan gesek, kampas rem, serbuk tempurung kelapa

## PENDAHULUAN

Pangsa pasar bahan gesek di Indonesia sangat potensial, dimana pertumbuhan populasi kendaraan bermotor sangat tinggi. Proyek-proyek masa depan seperti pembangunan busway, monorail, dan subway juga memerlukan dukungan industri bahan gesek domestik dengan kualitas bahan gesek yang baik dan harga terjangkau (Sutikno, 2008; Kiswiranti *et al.*, 2009).



Gambar 1. Bahan gesek kampas rem

Di Indonesia, banyak sekali limbah logam dan limbah organik yang dapat dijadikan bahan baku bahan gesek, misalnya tempurung kelapa. Tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai pengganti grafit pada pembuatan bahan gesek. Banyak negara-negara maju telah menghentikan produksi bahan gesek asbes, karena bahan asbes dapat menyebabkan penyakit kanker (Sutikno, 2008; Kiswiranti et al., 2009;).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi (formulasi) pencampuran bahan gesek yang optimum, untuk mempelajari sifat mekanik bahan gesek dan untuk menerapkan hasil fabrikasi bahan gesek untuk mendapatkan umpan balik yang akan digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan gesek yang dihasilkan.

Produk bahan gesek yang sudah dipatenkan oleh China misalnya bahan gesek bebas asbes WS-08, bahan gesek bebas asbes WS-45, bahan gesek semi logam WS-65, bahan gesek WS-85 dan bahan gesek WS 156 (Bijwe, 1997; Kato & Magario, 1994).

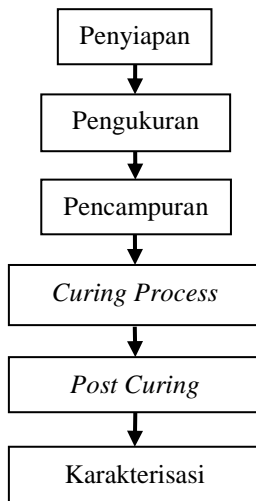
Bahan gesek yang sekarang ada di pasaran dapat dikelompokkan menjadi bahan gesek asbes, bahan gesek non asbes dan bahan gesek semi logam. Bahan gesek asbes telah terbukti menyebabkan penyakit kanker pada para pekerja di Industri dan konsumennya (Louis, 2004; Jacko, 2003) dan debu yang diturunkan dari serat para-aramid dapat menyebabkan kerusakan paru-paru (Cherie *et al.*, 2000). Sedangkan bahan gesek semi logam apabila dipakai sebagai lapisan gesek rem sepeda motor dapat menyebabkan kerusakan pada tromol. Oleh karena itu, bahan gesek dari bahan organik perlu dikembangkan. Di sisi lain, industri pengolahan kelapa menghasilkan berton-ton limbah tempurung kelapa. Dimana pada saat ini pemanfaatan tempurung kelapa masih terbatas sebagai bahan bakar dan arang aktif (Hasbullah, 2001) dan bahan baku pembuatan obat nyamuk (Partowiyatmo & Rustianto, 2000). Potensi lain pemanfaatan tempurung kelapa adalah sebagai alternatif serat penguat bahan gesek karena tempurung kelapa tersebut memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang baik yaitu kekerasan dan kerapatannya tinggi, serta serapan airnya rendah (Morshed, 2004).

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan merupakan kualitas industri (*industrial grade*) yang terdiri-dari SBR 1712 (karet sintetis), *rubber curing agents*, serbuk tempurung kelapa, calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ), serat logam (metal fiber mix), magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ) dan bakelit.

Urutan prosedur penelitian digambarkan pada skema seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pencampuran bahan gesek dilakukan berdasarkan persen volume dari volume total mould (cetakan). Spesimen dipersiapkan dengan mencampurkan *ingredient* (komponen) masing-masing formulasi menggunakan blender dan kemudian dicetak pada kondisi panas (*cured*) dengan mesin pres panas (*hot isostatic pressing*) pada  $190^\circ\text{C}$  selama 3 j dengan tekanan 5 ton. Sampel hasil pres kondisi panas ditunjukkan pada Gambar 3, dimana sampel ini sudah siap dijadikan spesimen pengujian tarik. Kemudian spesimen dipanasi (*post cured/heat treatment*) pada  $200^\circ\text{C}$  selama 4 j dan dipotong sesuai dimensi yang diperlukan untuk pengujian (Shojaei *et al.*, 2007).

Untuk menentukan komposisi bahan gesek, spesimen dikarakterisasi menggunakan *energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS)*. Sedangkan untuk mengamati struktur mikronya, bahan gesek dikarakterisasi menggunakan *scanning electron microscopy (SEM)*, JEOL SEM 6460. Selain itu, bahan gesek juga diuji kekerasannya menggunakan Rockwell Hardness Tester (Wilson M1C1, Acco Wilson Instruments) dengan beban uji 60 kgf, diameter bola indentor 5 mm. Untuk menentukan kekuatan tarik, spesimen bahan gesek diuji menggunakan mesin uji tarik (UCT Series).



**Gambar 2. Skema prosedur penelitian.**

Pada penelitian ini, komposisi serbuk tempurung kelapa dijadikan sebagai variabel tak gayut (*independent variable*), dan sifat fisik dan mekanik bahan gesek sebagai variabel-variabel gayut (*dependent variables*). Parameter-parameter fabrikasi lainnya, misalnya suhu dan lama penekanan, besar tekanan, dan suhu perlakuan panas dan lama perlakuan panas, dianggap tetap dan dijadikan variabel terkendali (*controlled variables*).

Komposisi serbuk tempurung kelapa divariasi antara 5%-25% dari volume total pencampuran (*mould*), semua bahan lain selain serbuk tempurung kelapa juga diukur komposisinya dalam persen volume tersebut. Setelah sampel bahan gesek diuji, data sifat fisik dan mekanik bahan tersebut diperoleh.



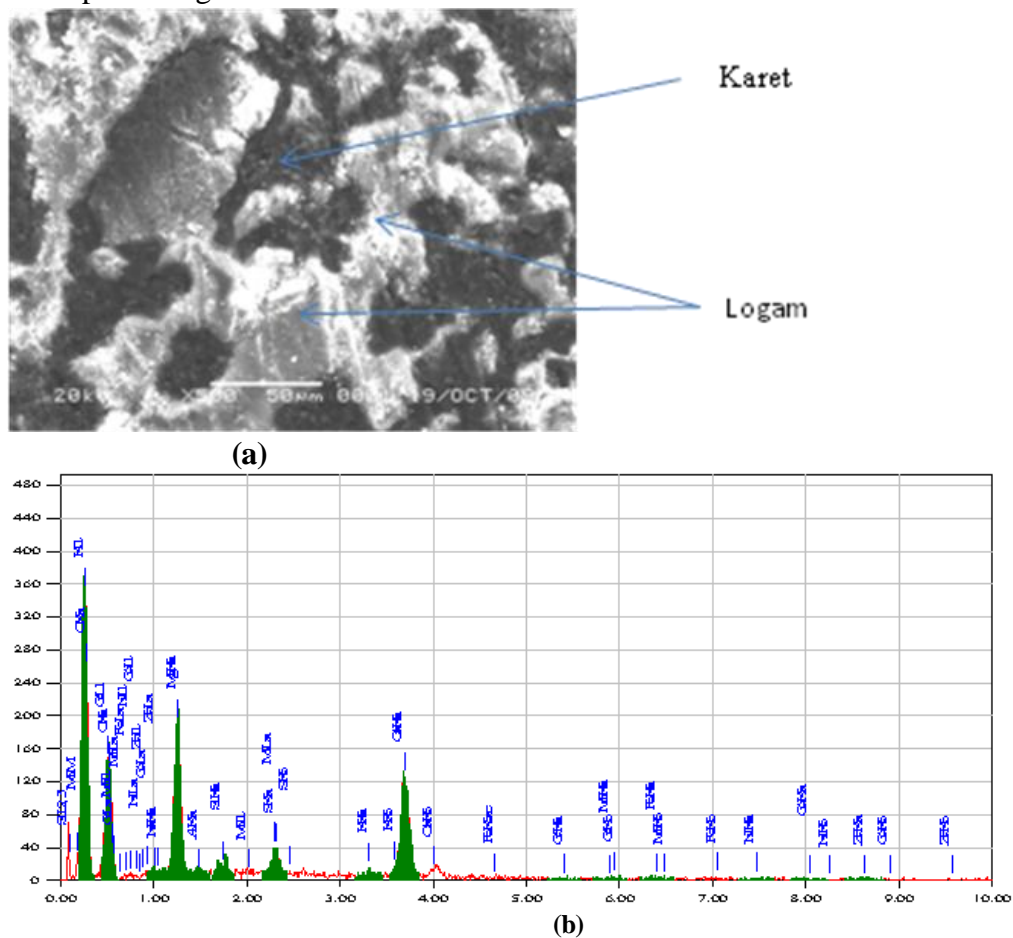
**Gambar 3. Sampel untuk pengujian kekerasan dan kekuatan tarik**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Styrene butadiene rubber* (SBR) 1712 berperan sebagai matriks. Bersama bakelite AG, SBR 1712 juga berperan sebagai bahan pengikat. Selama proses curing, SBR 1712 bereaksi dengan *agent*-nya. Pada penelitian ini, yang berperan sebagai *rubber curing agents* adalah asam stearat, oksida seng dan sulfur. Serat logam yang terdiri-dari perunggu, kuningan dan oksida besi berperan sebagai serat penguat bahan gesek. Sedangkan serbuk tempurung kelapa, kalsium karbonat dan magnesium oksida berperan sebagai pemodifikasi gesek. Serbuk tempurung kelapa digunakan untuk mensubstitusi bahan grafit atau serbuk batu bara. Pemilihan serbuk tempurung kelapa berdasarkan pertimbangan bahwa karbon serbuk tempurung kelapa, grafit dan serbuk batu bara memiliki karakteristik yang hampir sama. Ketiga-tiganya memiliki kandungan karbon.

Penentuan komposisi pencampuran dilakukan dengan metode pendekatan dimana pada tahap awal beberapa sampel dibuat untuk mendapatkan data kualitatif berdasarkan pengamatan. Data kualitatif tersebut kemudian dijadikan dasar untuk membuat formulasi pencampuran. Kadar serbuk tempurung kelapa divariasi dari 4.8 ml sampai dengan 10 ml dari volume total

pencampuran 67.44 ml. Di dalam Gambar 4, matriks nampak jelas berwarna hitam dan serat logam nampak terang.



Gambar 4. Hasil pengujian bahan gesek: (a) Foto SEM dari struktur mikro permukaan dan (b) spektrum EDS.

Tabel 1. Kadar unsur dalam persen atom

Unsur	Persen Atom (%)
C	49.70
O	16.87
Mg	3.34
Si	2.04
S	1.48
Ca	5.47
Cu	4.98
Zn	4.04
Mo	8.76
Unsur-unsur lain	3.32

Unsur C berasal dari SBR 1712 dan serbuk tempurung kelapa. Unsur O berasal dari MgO, CaCO<sub>3</sub> dan ZnO. Unsur Mg berasal dari MgO dan unsur Si berasal dari metal mix, SBR1712, dan tempurung kelapa. Unsur S berasal dari sulfur, dan unsur Ca berasal dari CaCO<sub>3</sub>. Sedangkan unsur Cu dan Mo berasal dari metal mix. Kadar masing-masing unsur seperti tergambar pada spektrum Gambar 3, juga ditunjukkan secara kuantitatif dalam persen atom pada Tabel 1. Dapat dilihat pada Tabel 1, unsur yang paling dominan adalah unsur C yaitu sebesar 49.70%.

Data hasil pengujian sifat-sifat mekanik bahan gesek yang terdiri-dari kekerasan, dan kekuatan tarik ditunjukkan pada Tabel 2. Kandungan serbuk tempurung kelapa divarisi mulai

dari 4.8 ml sampai dengan 10 ml. Sampel F3(B) mengandung serbuk tempurung kelapa sebanyak 4.8 ml, memiliki tegangan titik maksimum sebesar 1.02 MPa, tetapi sangat lunak. Sedangkan sampel F3(E) mengandung serbuk tempurung kelapa sebesar 10 ml, memiliki tegangan titik maksimum sebesar 1.67 MPa dan kekerasan Rockwell sebesar 40.8. Secara umum, penambahan serbuk tempurung kelapa dapat meningkatkan sifat kekerasan dan kekuatan tarik bahan gesek. Data hasil pengujian kekasaran permukaan/koeffisien gesek, dan ketahanan aus dipublikasikan di lain tempat (Sutikno *et al.*, 2009).

**Tabel 2. Data hasil pengujian sifat-sifat mekanik bahan gesek.**

Kode Sampel	Kadar serbuk tempurung kelapa (ml)	Kekerasan Rockwell (HRR)	Kekuatan tarik (Tegangan titik maksimum, MPa)
F3(B)	4.8	-	1.02
F3(C)	6	40.5	0.67
F3(D)	8	34.67	0.69
F3(E)	10	40.8	1.67

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Kami dapat menyimpulkan bahwa penambahan serbuk tempurung kelapa dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik bahan gesek. Tempurung kelapa dapat digunakan sebagai pemodifikasi gesek pada kadar optimum 14.82% volume. Untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik bahan gesek tersebut masih dimungkinkan yaitu dengan cara memodifikasi komposisi *ingredient* yang lain atau dengan mengoptimasi proses fabrikasinya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bijwe, J. 1997. Composite as Friction Materials: Recent development in Non-Asbestos Fiber reinforced Friction Materials – A Review, *Polym. Compos.*, 18: 78-96.
- Cherie, J.W., Gibson, H., McIntosh, C., Maclaren, W.M. and Linchae, G. 2000. Exposure to Fire Airborne Dust Amongst Processor of Para-Aramid. Edinburgh: Institute of Occupational Medicine.
- Hasbullah. 2001. Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat. Jakarta: Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- Jacko, M.G., Tsang, P.H.S. and Rhee, S.K. 2003. Automotive Friction Materials Evaluation during The Past Decade. Troy: Allied Automotive Technical Center.
- Kiswiranti, D., Sugianto, Hindarto, N. dan Sutikno. 2009. Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Gesek Non-Asbes pada Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (JPFI)*, Vol. 9, No. 1, hal. 87-93.
- Kato, T. and Magario, A. 1994. The Wear of Aramid Fiber Reinforced Brake Pads: The Role of Aramid Fiber, *Trib. Trans.*, 7: 559-565.
- Louis, St. 2004. U.S. Survey Shows Imports of Asbestos Brake Materials Increasing. St. Louis : Legal News Watch.
- 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.

- Partowiyatmo, A. dan Rustianto, B. 2000. Rancang Bangun Alat Pembuat Bubuk Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Pembuatan Obat Nyamuk. Jakarta: BPPT.
- Shojaei, A., Fahimian, M., and Derakhshandeh, B. 2007. Thermally Conductive Rubber-based Composite Friction Materials for Railroad Brakes – Thermal Conduction Characteristics. *Composites Science and Technology* 67, 2665–2674.
- Sutikno. 2008. Pengaruh Komposisi Serbuk Tempurung Kelapa terhadap Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Bahan Gesek Non Asbes untuk Aplikasi Kampas Rem Sepeda Motor. *Profesional, Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan*, Vol. 6, No. 2, hal. 893-904.
- Sutikno, N. Hindarto, P. Marwoto, and S. Rustad. 2009. Effect of Content of Coconut Char Powders on Mechanical and Physical Properties of Brake Friction Materials. Accepted to be presented in Regional Conference on Solid State Science and Technology 2009. 21<sup>st</sup>-23<sup>rd</sup> December 2009, Bayview Beach Resort, Penang, Malaysia.