

Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu

**Siska Titik Dwiyati, Ahmad Kholil, Fickri Widyarma Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
e-mail : siska.td@gmail.com**

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan terhadap material kampas rem yang ramah lingkungan dan pemanfaatan limbah serbuk kayu. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon pada hasil pengujian variabel pengereman dan karakteristik bahan pada kampas rem komposit serbuk kayu. Kadar karbon yang ditambahkan antara 0 – 10%. Pengaruh penambahan karbon dinalisis dengan pengujian waktu pengereman, TGA, kekerasan, dan pengurangan massa. Hasil pengujian variabel pengereman pada semua spesimen menunjukkan bahwa waktu pengereman semakin lama dengan naiknya kecepatan.

Pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa pada pengujian TGA, spesimen memiliki kestabilan termal sampai temperatur 150^oC. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan menurun dengan ditambahkan karbon. Nilai kekerasan yang mendekati kampas rem standar adalah spesimen C10KY40 yaitu 31,6 VHN. Hasil pengujian pengurangan massa tingkat pengurangan massa paling rendah adalah spesimen C10KY40. Hasil pengujian karakteristik bahan, menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar.

Kata kunci: kampas Rem, karbon

1. PENDAHULUAN

Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Pada umumnya, kampas rem sepeda motor terbuat dari bahan asbes dengan campuran SiC, Mn atau Co melalui proses sintering yang disertai penekanan. Akan tetapi penggunaan asbes pada kampas rem memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia yaitu dapat menyebabkan luka gores pada paru-paru, kanker paru-paru, dan kanker saluran pernapasan. Selain itu campuran logam berat yang digunakan juga menimbulkan pencemaran lingkungan.

Di sisi lain ketersediaan serat alam yang berasal dari limbah organik seperti serabut kelapa, serbuk kayu, tongkol jagung dan lain-lain memiliki potensi

untuk dimanfaatkan pada pembuatan komposit kampas rem. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan dan karakterisasi kampas rem yang terbuat dari serabut kelapa dan serbuk kayu, hasil yang diperoleh bahwa kampas rem yang terbuat dari komposit dengan 40% serat kayu dan 60% resin poliester memiliki karakteristik yang paling mendekati kampas rem standar yang ada di pasar. Namun kekerasannya masih jauh lebih tinggi yaitu 59 VHN masih jauh lebih keras dibandingkan produk standar yang memiliki kekerasan 32,2 VHN.

Berdasarkan masalah tersebut, maka perlu dilakukan upaya untuk mengurangi nilai kekerasan salah satunya dengan penambahan karbon. Karbon bersifat sebagai pelumas dan merupakan penghantar listrik dan panas yang cukup baik. Pada penelitian ini dilakukan studi pengaruh kadar karbon pada karakteristik kampas rem komposit serat kayu.

1.1 Kampas Rem

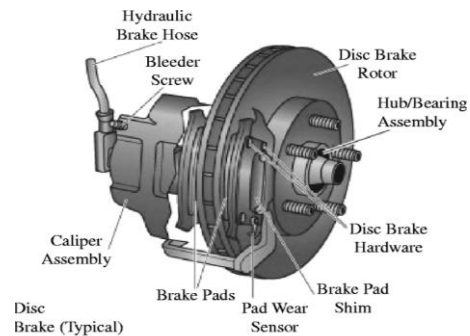
Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Prinsip kerja sistem rem adalah mengubah tenaga kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda yang berbeda berputar sehingga putarannya akan melambat. Komponen rem yang bergesekan harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada suhu tinggi.

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 hidrolis dengan menggunakan fluida atau cairan. Cara pengoperasian sistem rem tipe tromol umumnya secara mekanik, sedangkan tipe cakram secara hidrolis.

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.



Gambar 1.1 Rem Cakram

Adapun material yang digunakan dalam pembuatan kampas rem antara lain:

a. Bahan organik

Bahan organik terbuat dari beberapa campuran material yang direkatkan dengan resin untuk membentuk kampas. Biasanya material yang digunakan adalah kaca, kevlar dan karbon. Kampas jenis ini tidak mengeluarkan banyak suara. Kampas organik tidak tahan panas yang terlalu tinggi dan seringkali kehilangan gaya geseknya dan cepat habis pada suhu tinggi.

b. Bahan semi-metal

Kampas jenis ini biasanya terbuat dari beberapa campuran logam seperti besi, tembaga, atau baja yang dilapisi pelumas berupa grafit. Kelebihan dari kampas semi-metal adalah kemampuannya dalam suhu tinggi. Kampas semi-metal cenderung cepat habis, berisik dan memproduksi banyak ampas sisa pengereman yang berisiko merusak cakram. Tak hanya itu, pada suhu dingin kampas ini kurang dapat mencengkram alias membutuhkan pemanasan sebelum bekerja dengan maksimal.

c. Bahan keramik

Kampas keramik terbuat dari campuran karbon dan silikon yang memiliki ketahanan cukup

baik. Seperti kanvas semi-metal, kanvas keramik dapat bertahan pada suhu tinggi. Kanvas jenis ini cocok untuk kendaraan balap sirkuit, namun tidak cocok untuk kendaraan di medan berat.

d. Bahan sinter

Bahan ini terbuat dari bubuk logam, biasanya tembaga yang dicampurkan dengan bahan lain seperti karbon kemudian dipanaskan hingga 982°C. Karena terbuat dari logam, kanvas sinter memiliki hantaran panas yang baik, tidak memerlukan pemanasan seperti kanvas semi-metal agar bekerja secara maksimal. Selain itu juga memiliki ketahanan yang cukup kuat dibandingkan keramik dan semi-metal akan tetapi harga kanvas ini cukup mahal.

1.2 Serbuk kayu

Tanaman kayu dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok Gymnospora atau *softwood* dan kelompok Angiospora atau *hardwood*. Kayu dari tiap-tiap jenis pohon berbeda warna, kekerasan, dan pola seratnya.

Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industri pengolahan kayu seperti serbuk gergajian. Limbah penggergajian di lapangan masih ada yang ditumpuk dan sebagian lagi dibuang ke aliran sungai sehingga menimbulkan pencemaran air atau dibakar secara langsung sehingga emisi karbon di atmosfer bertambah.

Pada umumnya, serbuk kayu memiliki nilai kalor antara 4018.25 kal/g hingga 5975.58 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang bervariasi, bergantung pada jenis dan media tumbuh. Namun secara umum, serbuk kayu memiliki komposisi kimia seperti holosellulosa 70,52%, selulosa 40,99%, lignin 27,88%, pentosan 16,89%, abu 1,38%, dan air 5,64%.

Kayu Sengon (*Albizia chinensis*) merupakan kayu produksi yang banyak diproduksi dan menghasilkan serbuk yang menjadi limbah. Sengon menghasilkan kayu yang ringan dengan densitas 320-640 kg/m³ pada kadar air 15%, berserat lurus dan agak kasar. Kayu ini tidak diserang rayap tanah, karena adanya kandungan zat ekstraktif di dalamnya.

1.3 Karbon

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 dan memiliki ketahanan terhadap korosi.



Gambar 1.2 Serbuk Karbon

2. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dan pengolahan serbuk kayu.

Bahan-bahan yang digunakan :

- serbuk kayu
- serbuk karbon
- resin polyester

Alat yang digunakan :

- cetakan
- neraca analitik
- TGA
- alat uji waktu pengereman
- alat uji keras

2.2 Tahap Pembuatan Komposit

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit serat kayu, karbon, bermatriks polyester. Komposisi campuran seperti yang ditampilkan pada tabel 2.1. Persentase serat kayu pada setiap spesimen dibuat tetap 40% volume. Masing-masing campuran ditambahkan hardener dan diaduk rata kemudian dituang ke dalam cetakan.

Tabel 2.1 Komposisi serbuk kayu, karbon dan polyester

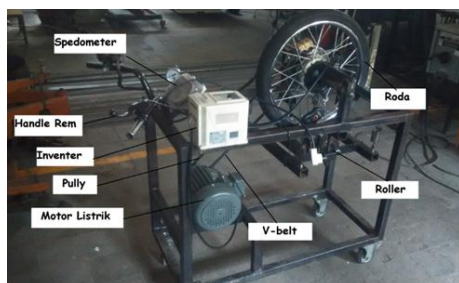


Gambar 2.1 Spesimen Uji Pengereman

1.3 Tahap Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi :

- Pengujian TGA
- Pengujian waktu pengereman
- Pengujian pengurangan massa
- Pengujian kekerasan dengan metoda Vicker



Gambar 2.2 Alat Uji pengereman

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

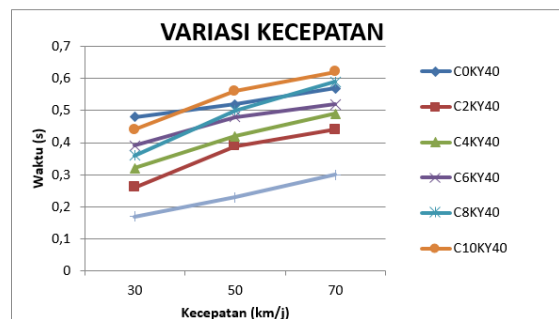
3.1 Hasil Pengujian Waktu Pengereman

Pada penelitian ini, pengujian waktu pengereman dilakukan pada kecepatan 30 km/jam, 50 km/jam, 70 km/jam. Beban pengereman yang diberikan sebesar 5kg dengan bandul yang telah diukur sebelumnya.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar karbon dan variasi kecepatan terhadap waktu pengereman.

Pada gambar 3.1 ditunjukkan grafik hasil uji waktu pengereman dengan variasi kecepatan.

Spesimen	% Karbon	% Serat Kayu	% Resin
C0KY40	0	40	60
C2KY40	2	40	58
C4KY40	4	40	56
C6KY40	6	40	54
C8KY40	8	40	52
C10KY40	10	40	50



Gambar 3.1 Grafik Hasil Uji Waktu Pengereman dengan Variasi Kecepatan

Berdasarkan grafik 3.1, waktu pengereman dipengaruhi oleh komposisi bahan dan kecepatan. Grafik tersebut menunjukkan semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi waktu pengeremannya. Waktu pengereman yang paling mendekati nilai rem standar ditunjukkan oleh spesimen C2KY40 memiliki waktu pengereman dengan kecepatan 30 km/jam sebesar 0,26 detik menghasilkan temperatur 30 °C, dengan kecepatan 50 km/jam sebesar 0,39 detik menghasilkan temperatur 31 °C, dengan kecepatan 70 km/jam sebesar 0,44 detik menghasilkan temperatur 33 °C.

Pada tabel 3.1 ditampilkan kenaikan temperatur dan waktu pengereman pada interval kecepatan 30 – 70 km/jam.

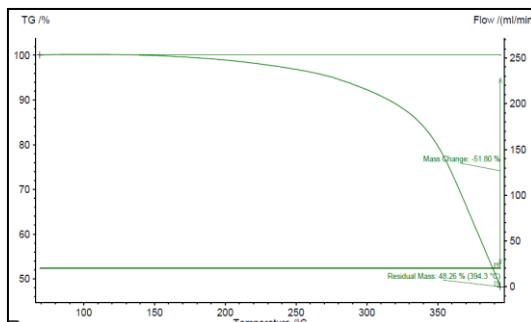
Tabel 3.1 Kenaikan Temperatur dan Waktu pengereman pada Kecepatan 30 – 70 km/jam

Spesimen	DT (°C)	Dt (detik)
C0KY40	5	0.09
C2KY40	3	0.18
C4KY40	2	0.17
C6KY40	3	0.13
C8KY40	3	0.23
C10KY40	3	0.16
Standar	7	0.13

3.2 Pengujian Karakteristik Bahan

a. Hasil pengujian TGA

Pengujian TGA dilakukan untuk menentukan kestabilan termal dari kampas rem ketika dipanaskan. Pengujian dilakukan sampai temperatur 400 °C.

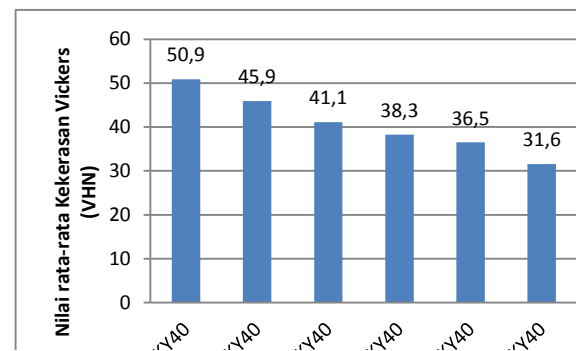


Gambar 3.2 Grafik Hasil Uji TGA Kampas Rem C6KY40

Hasil pengujian TGA menunjukkan bahwa keenam variasi spesimen tersebut memiliki kestabilan termal sampai temperatur 150°C dimana pada temperatur tersebut material kampas rem tersebut mulai mengalami dekomposisi dan pada temperatur di atas 400°C akan mengalami dekomposisi di atas 50% massa

b. Hasil pangujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan Vickers dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk kayu dan karbon terhadap kekerasan. Data hasil pengujian kekerasan terdapat pada gambar 3.3.



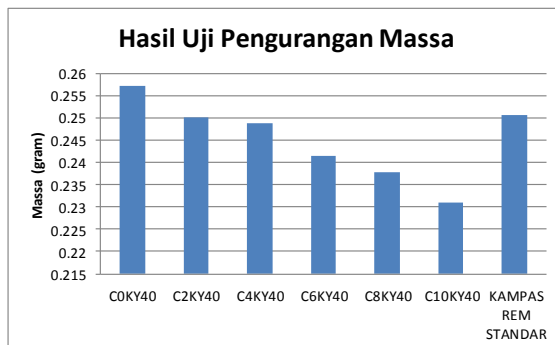
Gambar 3.3 Grafik Hasil Uji Kekerasan Vickers

Grafik diatas, menunjukkan adanya pengaruh variasi komposisi bahan komposit. Kampas rem C0KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 50,9 VHN. Kampas rem C2KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 45,9 VHN. Kampas rem C4KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 41,1 VHN. Kampas rem C6KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 38,3 VHN. Kampas rem C8KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 36,5 VHN. Kampas rem C10KY40 memiliki nilai kekerasan sebesar 31,6 VHN.

Nilai kekerasan pada setiap spesimen pada penambahan karbon 2%-10% semakin menurun. Kampas rem yang memiliki nilai kekerasan paling mendekati nilai kampas rem standar yaitu pada spesimen C10KY40.

c. Hasil pengujian pengurangan massa

Pengujian pengurangan massa kampas rem bertujuan untuk mendapatkan data pengurangan massa setelah dilakukan pengujian pengereman pada kecepatan 30 km/jam, 50 km/jam, dan 70 km/jam. Hasil pengujian pengurangan massa pada variasi komposisi spesimen kampas rem, seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Grafik Hasil Uji Pengurangan Massa

Spesimen C10KY40 memiliki pengurangan massa terendah dibandingkan Spesimen C0KY10, C2KY40, C4KY40, C6KY40, dan C8KY40.

Pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa pada pengujian TGA, spesimen memiliki kestabilan termal sampai temperatur 150°C. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan menurun dengan ditambahkan karbon. Nilai kekerasan yang mendekati kampas rem standar adalah spesimen C10KY40 yaitu 31,6 VHN. Hasil pengujian pengurangan massa tingkat pengurangan massa paling rendah adalah spesimen C10KY40 yaitu sebesar 0,2311 gram. Hasil pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian variabel pengereman pada semua spesimen menunjukkan bahwa waktu pengereman semakin lama dengan naiknya kecepatan. Spesimen C2KY40 memiliki indikasi yang paling mendekati kampas rem standar.
2. Pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa pada pengujian TGA, spesimen memiliki kestabilan termal sampai temperatur 150°C. Hasil pengujian kekerasan

menunjukkan nilai kekerasan menurun dengan ditambahkan karbon. Nilai kekerasan yang mendekati kampas rem standar adalah spesimen C10KY40 yaitu 31,6 VHN. Hasil pengujian pengurangan massa tingkat pengurangan massa paling rendah adalah spesimen C10KY40. Hasil pengujian karakteristik bahan menunjukkan bahwa spesimen C10KY40 memiliki indikasi mendekati kampas rem standar

5. DAFTAR PUSTAKA

Bachtiar DM, Ulfah Hidayati dan Anggara Wdjajanto. *Limbah Kayu*. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Seloliman, 2007.

Bambang Kismono Hadi. *Mekanika Struktur Komposit*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 2000.

Bodja Suwanto. *Pengaruh Temperatur Post-Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin yang Diperkuat Woven Serat Pisang*. Semarang: Politeknik Negeri Semarang, 2010.

Budi Santoso. *Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, 2009.

Efri Mahmuda, Shirley Savetlana dan Sugiyanto. *Pengaruh Penggunaan Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matriks Epoksi*. Lampung: Universitas Lampung, 2013.

Elvin Muhammad Aji N. *Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengereman dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa dan Serbuk Kayu*. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2017.

Frandi Barasa, Muftil Badri, Yohanes. *Kaji Pembuatan kanvas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit Dengan Filler Palm Slag*. Riau: Universitas Riau, 2014.

Heri Hardiyanti, Slamet Pribadi, Dadang, Jan Setiawan. *Karakterisasi Densitas Grafit sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi*. 2016.

Imam Setyanto. *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009.

Lubi. *Perancangan Kampas Rem Beralur dalam Usaha Meningkatkan Kinerja serta Umur dari Kampas Rem*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2001.

Maya Jacob dan Sabu Thomas. *Biofibers and Biocomposite*. Kerala: Mahatma Gandhi University, 2007
Nuryasin Muhamad. *Analisis Sistem Rem Tromol Mobil Suzuki Futura*. Tegal: Politeknik Harapan Bersama, 2003.

Pramuko Ilmu Purboputro. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2012.

R.E.Smallman & R.J Bishop R.J. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga, 2003.

Sukamto. *Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor*. Jurnal Teknik Vol. 2 No. 1. Yogyakarta: Universitas Janabadra, 2012.