

Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serbuk Kayu Jati

Ferriawan Yudhanto^{1*}, Santo Ajie Dhewanto², Suluh Widya Yakti³

¹Program Studi Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia

^{2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5, Sleman,
Yogyakarta 55501, Indonesia

Penulis korespondensi: ferriawan@umy.ac.id

Histori artikel: diserahkan 05 Mei 2019, direviu 04 Juli 2019, direvisi 04 Agustus 2019

ABSTRACT

Commonly the prime material for brake pad of the commercial motorcycle using asbestos, these materials cause a disease like as cancer of respiration if the abrasive particles were sniffed. The SKJ (Serbuk Kayu Jati) brake pad is alternative to replacement the asbestos brake pads. The mechanical test includes a wear test, hardness test, friction coefficient test, and heat resistant test. The hot press process for SKJ as main material of brake pad based by variation of temperature there are 160°C, 170°C, and 180°C. The optimum test result of SKJ brake pads is a variation of 180°C with wear test result is $3,36 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, the hardness result is 25,1 BHN, the friction coefficient test is 0,59 and not damaged on the heat resistant test with a temperature of 300°C during an hour.

Keywords : SKJ (serbuk kayu jati), brake pads, mechanical test, hot press

DOI: 10.18196/jqt.010104

Web: <http://journal.umy.ac.id/index.php/qt>

PENDAHULUAN

Kampas rem adalah komponen kendaraan bermotor yang berguna untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kampas rem adalah komponen yang memiliki beban tinggi mencapai 90% dari komponen lainnya dari kendaraan, Kampas rem umumnya terbuat dari bahan asbestos yang ditambahkan unsur lain seperti SiC dan Mn, atau Co. Proses pembuatannya melalui penekanan dan pemanasan (Sintering) yang akan menghasilkan kekuatan, kekerasan, serta meningkatkan gaya gesek. Pemanasan berkisar pada temperatur 130°C-150°C yang menyebabkan perubahan struktur yang membuat partikelnya saling melekat dan membuat bentuk solid yang baik serta matriks pengikat yang kuat (Choirudin, 2010).

Bahan baku asbestos sebagai kampas rem sepeda motor memiliki beberapa kelemahan, yakni dapat membuat aus piringan rem (*disc brake*) disebabkan material yang keras, selain itu asbestos juga tidak ramah terhadap lingkungan, dikarenakan menimbulkan zat

karsinogenik apabila partikel-partikel yang terkikis saat bergesekan dengan kampas rem berterbangan dan terhirup oleh paru-paru manusia.

Penelitian “pemanfaatan serbuk tongkol jagung sebagai alternative bahan friksi kampas rem non-asbestos sepeda motor” dilakukan oleh Fitrianto dkk. (2013). Hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa persentase komposisi yang kecil akan mengakibatkan nilai kekerasan yang kecil, serta nilai keausan yang semakin besar.

Penggunaan Material alternatif campuran serbuk tempurung kelapa-aluminium sebagai kampas rem sepeda motor telah diteliti oleh Santoso dkk. (2013). Hasil uji kekerasan dan keausan akan dibandingkan dengan kampas rem merek *indoparts*. Pengempaan dilakukan dengan tekanan 2,5 ton selama 15 menit, dilanjutkan dengan sintering pada temperature 200°C. Hasil paling optimum yaitu didapat dari komposisi 20% serbuk kelapa, 40% serbuk aluminium, dan 40% resin. Didapat nilai

kekerasan 16,8 Kgf/mm² dan keausan 0,71 x 10⁻⁷ mm²/Kg pada kampas rem serbuk kelapa-serbuk aluminium. Hasil ini mendekati kampas rem komersial *indoparts* dengan kekuatan 18,5 Kgf/mm² dan keausan 0,87 x10⁻⁷ mm²/Kg.

Pengaruh suhu pengempakan atau pengepresan pada pembuatan kampas rem sepeda motor merek Yamaha diteliti oleh Setiawan dkk. (2014). Pengepresan dilakukan pada suhu 140°C, 145°C dan 150°C. Hasil pengujian didapat laju keausan yang paling rendah dihasilkan pada kampas rem dengan suhu 150°C dan koefisien gesek paling baik dengan hasil 0,54. Koefisien gesek yang diperoleh sama seperti yang didapat pada uji kampas rem *part* Yamaha. Nilai kekerasan yang didapat dari kampas rem ini adalah 18,32 BHN.

Suhu dan waktu pengempakan atau pengepresan haruslah sesuai dengan perekat atau pengikat (matriks). Kerapatan merupakan faktor yang perlu diperhatikan. Pada penelitian serbuk dari limbah kelapa sawit dengan perekat *phenol formaldehyde*, suhu dan waktu paling optimal yaitu suhu 170°C dengan waktu tekan 7 menit. Hasil kerapatan yang diperoleh 0,77 g/cm³ yang merupakan golongan kerapatan sedang. Sedangkan pada variasi suhu dan waktu lebih rendah 160°C dan waktu 5 menit diperoleh kerapatan yang rendah dan kurang sempurna ikatan antara penguat dan matriks (Siregar dkk., 2014).

Berdasarkan latar belakang yang tertera di atas, terdapat beberapa rumusan masalah, yaitu bagaimana cara membuat limbah serbuk kayu jati menjadi bahan kampas rem sepeda motor komersil serta bagaimana kinerja sifat material serbuk kayu jati sebagai bahan kampas rem terhadap variasi temperatur pada saat *proses hot press*.

MATERIAL DAN METODE

Kampas Rem

Kampas rem pada umumnya terbuat dari material - material komposit seperti asbestos (SiC, Mn, Zn dan Co), Serbuk aluminium fiber glass hingga serat alam seperti serbuk kayu. Komposisi material kampas rem terbagi menjadi dua jenis, Asbestos dan non-asbestos. Komposisi material yang digunakan pada pembuatan kampas rem adalah material friksi,

dalam kata lain yaitu material yang mempunyai gaya gesek. Komposisi material komposit friksi mempunyai empat kelas material, diantaranya *fibrous reinforcement* atau serat, *binder*, *filler*, dan *friction modifier*.

Komposisi Material Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu Jati (SKJ)

Pohon jati (*Tectona grandis L. F.*) merupakan salah satu pohon yang paling sering digunakan sebagai konstruksi bangunan maupun sebagai meubel, dikarenakan sifatnya yang kuat, awet, dan mudah dikerjakan. Kayu jati yang memiliki ketahanan awet alami yang baik adalah kayu jati tua dengan umur kisaran 60-80 tahun (ketahanan awet kelas I-II). Kayu jati *juvenile* atau berusia muda sekitar 4-5 tahun memiliki nilai ketahanan awet alami yang rendah yaitu berkisar antara kelas IV-V (PKKI, 1979).

Proses pengawetan pada kayu jati akan mempengaruhi nilai ketahanan awet alami, terutama pada kayu jati *juvenile* yang memiliki kisaran umur 4-5 tahun (Wahyudi dkk., 2014). Pengawetan kayu jati dapat digunakan dengan jenis bahan pengawet asam borat (H₃BO₃) dan boraks (Na₂B₄O₇) dengan perendaman (Sumaryono dkk., 2013). Serbuk kayu jati (SKJ) yang digunakan adalah limbah serbuk hasil dari penggergajian kayu jati. Serbuk kayu jati digunakan sebagai *fibrous reinforcement*. Jumlah SKJ yang digunakan yaitu 38%.

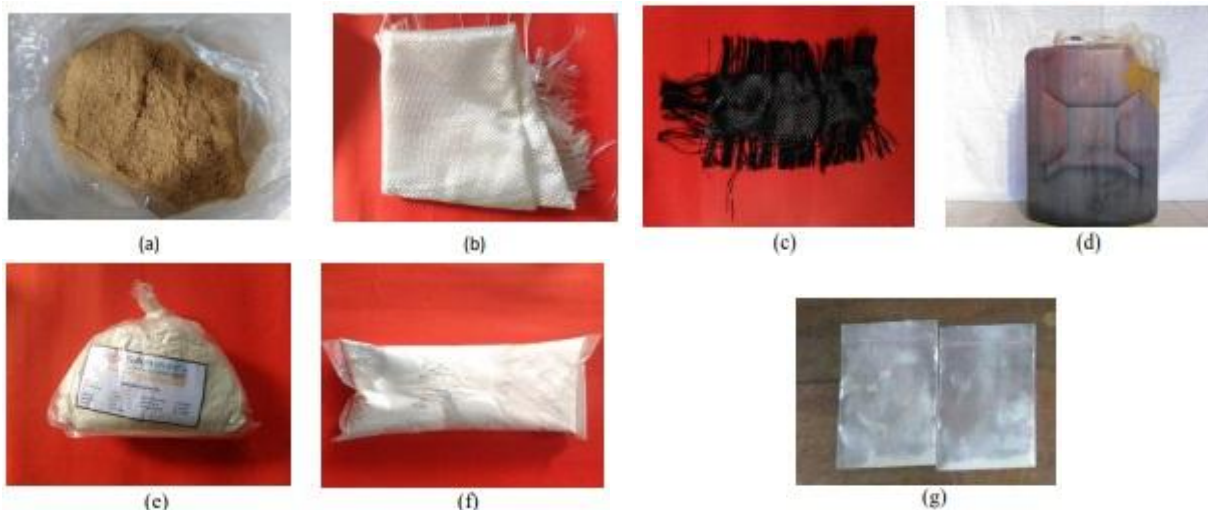
Fiber Glass

Fiber glass serat anyam, *fiber glass* dipilih karena sifatnya yang kuat dan kasar, maka dari itu *fiber glass* dipilih sebagai bahan yang memiliki ketahanan panas yang baik ketika kampas bergesekan dengan *disc* rem. *Fiber glass* pada kampas rem SKJ (Serbuk Kayu Jati) ini digunakan sebagai *fibrous reinforcement* (Gopal dkk., 1994). *Fiber glass* yang dipakai yaitu 10%.

Fiber Carbon

Fiber carbon dipilih karena sifatnya yang sangat kuat dan tahan panas, mengingat gesekan yang terjadi pada kampas rem sepeda motor komersil yaitu 150°C-250°C. *Fiber carbon* pada kampas rem SKJ (Serbuk Kayu Jati) ini digunakan sebagai *fibrous*

reinforcement. Jumlah *Fiber* karbon yang dipakai yaitu 6%.



GAMBAR 1. a) Serbuk kayu jati, b) serat fiberglass, c) serat carbon, d) phenol formaldehyde, e) barium sulfat, f) magnesium karbonat, g) katalis phenol formaldehyde

Barium Sulfat

Barium sulfat ($BaSO_4$). Barium dipilih sebagai *filler*, yaitu pengisi volume yang kosong, barium sulfat sering di campurkan pada komposisi kampas rem kendaraan, dengan fungsi membersihkan kotoran - kotoran yang menempel pada kampas rem, *filler* juga digunakan untuk mengisi kekosongan atau porositas, sehingga benda lebih kuat dan padat. Barium sulfat yang dipakai yaitu 10%.

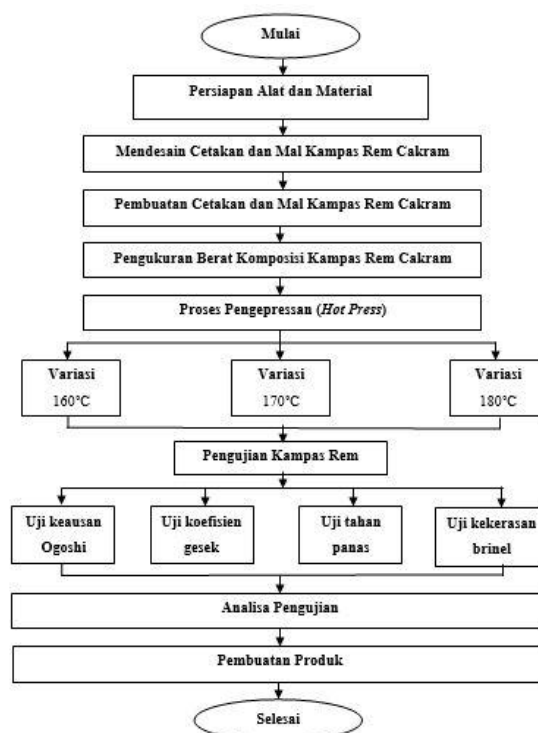
Magnesium Karbonat

Magnesium karbonat ($MgCO_3$). Magnesium Karbonat dipilih sebagai *friction modifier*, yaitu material yang dapat menambahkan sifat gesekan (*friction*), magnesium karbonat biasa digunakan oleh para pemanjat tebing untuk mengeringkan dan mengurangi efek licin pada tangan mereka, dalam kampas rem efek mengurangi kelicinan ini sangat berguna. Magnesium karbonat yang dipakai yaitu 10%.

Katalis

Katalis *phenol formaldehyde*, berfungsi untuk mempercepat pengerasan dari *phenol formaldehyde*. Katalis yang dipakai yaitu 1 % dari berat serbuk kayu jati.

Alur Penelitian



GAMBAR 2. Diagram alir penelitian

Proses Hot Press

Mesin *Hot Press* adalah mesin yang digunakan dalam proses pengempaan panas, dimana material produk yang akan di kempa pada

mesin ini sangat membutuhkan suhu panas agar lebih sempurna. Mesin *hot press* biasa digunakan dalam pembuatan komposit yang mana membutuhkan perekat yang akan stabil sebagai matriks pada suhu yang panas.

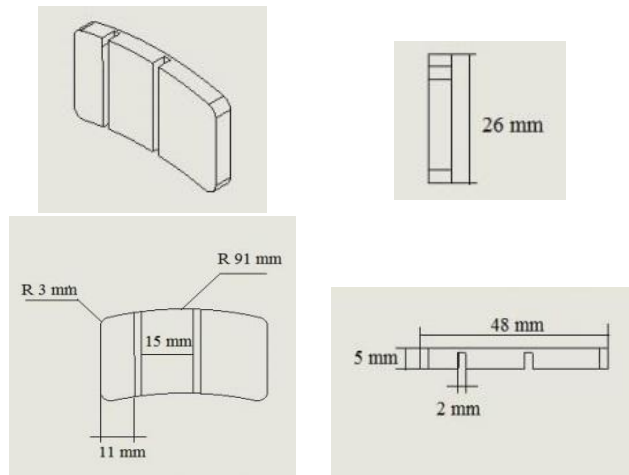
Proses *hot press* memiliki tiga acuan penting yang mempengaruhi hasil sebuah produk, yaitu beban tekan kempa, suhu dan waktu. Tekanan kempa akan mempengaruhi kekerasan produk, suhu akan mempengaruhi pematangan suatu material yang akan dijadikan produk dengan stabil, sementara waktu akan mempengaruhi cepat lambatnya perpindahan panas dari volume produk itu sendiri, sehingga pematangan yang akan diterima produk tersebut lebih merata



GAMBAR 3. Alat *Hot Press* (Teknik Kimia, UII)

Pengepresan dilakukan di Laboratorium tekstil, Teknik Kimia, UII, dengan menggunakan tekanan sebesar 5 ton dan ditahan selama 15 menit. Variabel bebas yang diuji adalah temperatur 160 °C, 170 °C, dan 180 °C. Pencampuran dengan menggunakan alat *stirrer* manual dilakukan hingga campuran homogen. Hasil yang diharapkan haruslah memiliki kerapatan sesuai dengan acuan penelitian terdahulu. Menurut Maloney dkk. (1993) kerapatan yang didapat mendekati nilai 0,9 gr/cm³.

Gambar Perancangan Kampas Rem



GAMBAR 4. Perancangan desain kampas rem

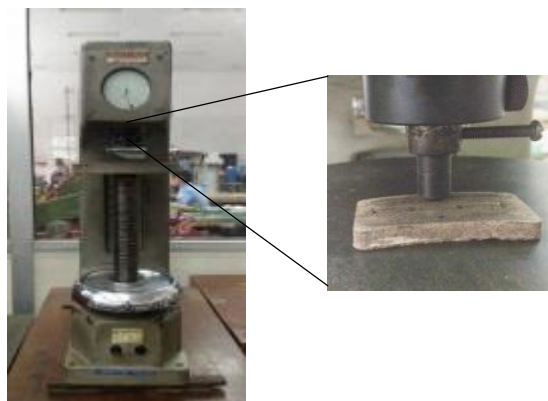
METODE PENGUJIAN SPESIMEN

Pengujian Kekerasan Brinell

Pengujian brinell dilakukan dengan cara menekankan bola baja pada permukaan spesimen, brinell diperuntukan material yang memiliki permukaan kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf. Rumus mencari nilai kekerasan Brinell adalah sebagai berikut;

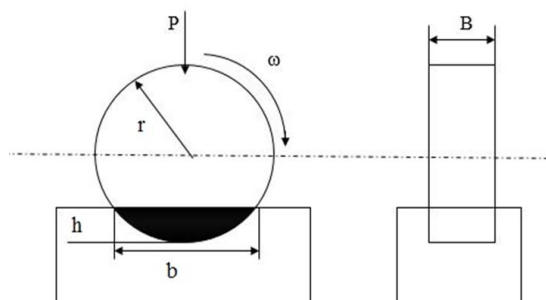
$$BHN = \frac{2P}{\pi \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Beban yang dipakai pada pengujian kekerasan brinell yaitu 62,5 kgf (P). Besar diameter indenter bola baja adalah 2,5 mm (D). Diameter hasil injakan (d) dihitung dalam strip menggunakan perbesaran mikroskop 100 X (38 strip = 1 mm), kemudian dikonversikan dalam mm.



GAMBAR 5. Uji Brinell (Lab. Bahan Teknik UGM)
Pengujian Keausan Ogoshi

Pengujian ogoshi yaitu pengujian keausan yang pada akhirnya akan mendapatkan nilai dari *specific wear rate* (W_s). *Specific wear rate* adalah nilai keausan spesifik pada suatu material yang saling bergesekan dan dipengaruhi oleh beban kontak pada kedua material dan jarak lintasan selama kedua material tersebut bergesekan (Szeri, 1980).



GAMBAR 6. Uji keausan (*Ogoshi*)

Rumus mencari nilai W_s adalah sebagai berikut;

$$W_s = \frac{B \times b_o^3}{8 \times r \times P_o \times L_o} \quad (2)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

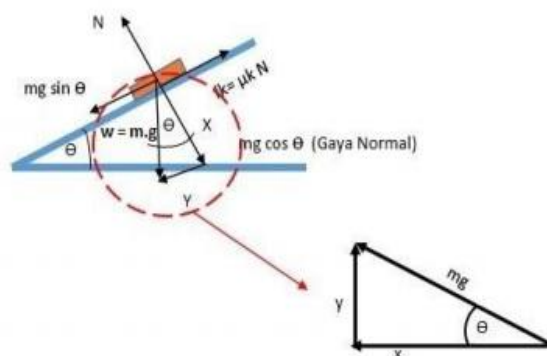
- B = Tebal *revolving disc* (mm)
- r = Jari-jari *revolving disc* (mm)
- b_o = Lebar celah yang terabrasi (mm)
- P_o = Beban kontak (kg)
- L_o = Jarak lintasan (m)

Pengujian Koefisien Gesek

Pengujian koefisien gesek dilakukan dengan merujuk pada jurnal “Penerapan metode tracking pada pengukuran koefisien gesek” (Priyono & Suharno, 2014) pada rumus yang didapat dengan melakukan pengujian berdasarkan bidang miring yang memiliki panjang lintasan 50 cm. Spesimen akan di luncurkan dari jarak 0 cm sampai dengan 50 cm dengan sudut kemiringan 30° .

Spesimen akan melaju pada bidang miring dengan panjang lintasan 50 cm. Dari analisa tersebut diambil waktu luncur dan kecepatan dari spesimen, waktu luncur didapat dengan Standar ketahanan panas yang telah dikeluarkan oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE)

yaitu berkisar antara 250°C - 350°C bagi penggunaan kendaraan komersil, sementara suhu maksimal yang dapat dicapai pada pengereman kendaraan yaitu 300°C . Mengacu pada standar SAE J661 Spesimen akan di uji pada suhu 300°C selama 1 jam, hal ini dikarenakan kendaraan komersil yang dipakai selama sehari-hari lebih sering melakukan pengereman dalam pemakaiannya di jalan raya. menggunakan stopwatch pada saat spesimen mulai meluncur sampai dengan pada saat spesimen berada di ujung lintasan. Dari data waktu luncur dan kecepatan spesimen didapat grafik antara keduanya, serta mendapatkan persamaan regresi linear ($Y = Ax + B$) dari grafik tersebut. Nilai adalah nilai acuan yang digunakan untuk mencari koefisien gesek.



GAMBAR 7. Metode bidang miring

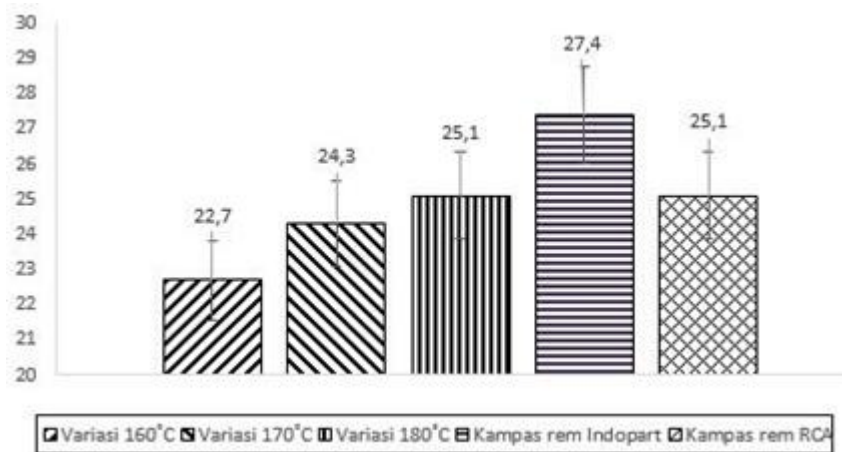
HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen yang akan di uji karakterisasi yaitu :

1. Kampas rem cakram komposit kayu jati dengan variasi suhu press 160°C , 170°C , dan 180°C .
2. Kampas rem cakram keluaran pabrik dengan merek *Indopart* sebagai pembandingan.
3. Kampas rem cakram keluaran pabrik dengan merek *RCA* sebagai pembandingan.

Pengujian Kekerasan Brinell

Pengujian kekerasan brinell menghasilkan nilai BHN (*Brinell Hardness Number*) dengan satuan Kgf/mm^2 . Nilai BHN yang semakin besar menunjukkan nilai kekerasan yang tinggi dan sebaliknya nilai BHN yang semakin kecil menunjukkan nilai kekerasan yang rendah.



GAMBAR 8. Hasil uji kekerasan kampas rem serbuk kayu jati (SKJ) dan komersial (*indopart & RCA*)

Gambar 8, menunjukkan nilai kekerasan kampas rem serbuk kayu jati (SKJ) yang sama dengan kampas rem merek RCA yaitu 25,1 BHN. Kampas rem RCA merupakan kampas rem non asbestos yang berasal dari Jepang. Merek ini sering digunakan pada sepeda motor balap atau kompetisi. Nilai kekerasan paling tinggi ditunjukkan pada kampas rem *indopart* dengan nilai 27,4 BHN.

Pengujian Keausan Ogoshi

Uji keausan menggunakan disc rotor ketebalan 3 mm dengan diameter 30 mm dengan kecepatan 0,25 m/s, pada setingan gear rasio 70/40. Gear pengatur lintasan diseting pada rasio 36/108, dengan jarak lintasan 6,66 m. Beban yang diberikan pada uji keausan ini adalah 2,12 Kg.



GAMBAR 9. Mesin uji keausan *Ogoshi* (TekniMesin, UGM)

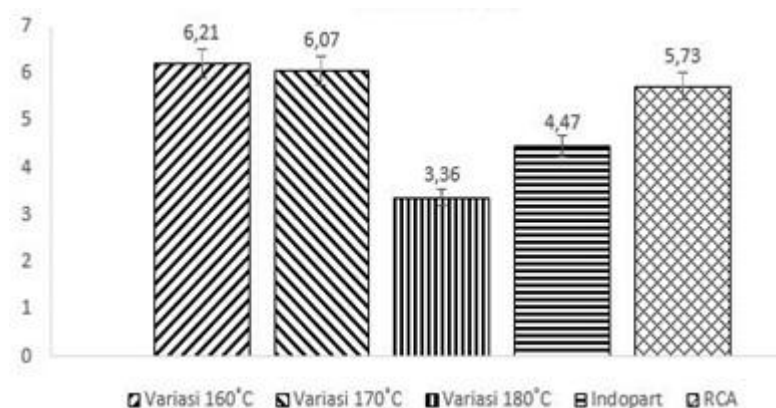
Dengan catatan:

1. Dudukan spesimen uji
2. *Disc rotor* penggesek
3. Pengatur beban antara kontak *disc rotor* dengan specimen
4. *Gear* pengatur jarak lintasan
5. *Gear* pengatur kecepatan

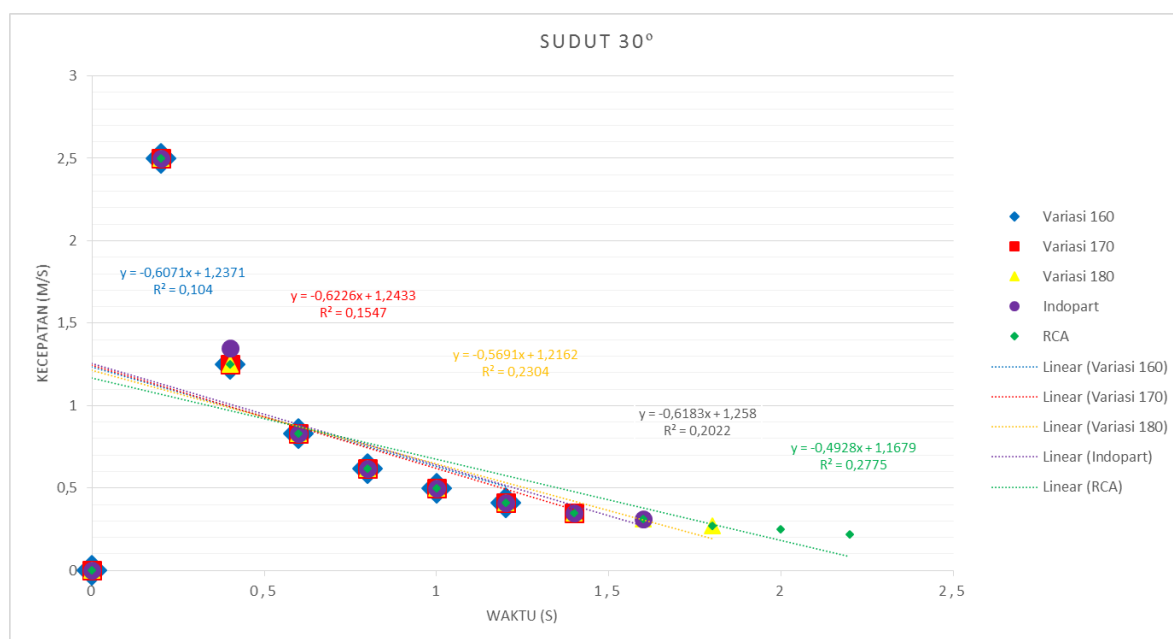
Gambar 10, menunjukkan nilai uji keausan yang paling rendah ditunjukkan pada kampas rem SKJ dengan variasi *hot press* pada temperatur 180 °C, dengan nilai $3,36 \times 10^{-7}$ mm/Kg. Nilai keausan yang paling tinggi terjadi pada kampas rem dengan variasi *hot press* pada temperatur 160 °C, dengan nilai $6,21 \times 10^{-7}$ mm/Kg. Hal ini terjadi disebabkan pada temperatur 160 °C, proses pengempaan pada serbuk jati dan bahan-bahan lain dan matriks belum sempurna. Pengaruh suhu saat pengempaan sangatlah berpengaruh terhadap keawetan kampas rem sepeda motor.

Pengujian Koefisien Gesek

Koefisien gesek dilakukan pada kampas rem untuk mengetahui nilai koefisien gesek yang sering dilambangkan dengan μ . Nilai 1 menunjukkan benda tidak bergerak atau memiliki koefisien gesek sama dengan beban sehingga benda tidak bergerak. Gambar 11, menunjukkan persamaan garis linier uji koefisien gesek kampas rem .



GAMBAR 10. Hasil uji keausan spesifik kampas rem serbuk kayu jati (SKJ) dan komersial (indopart & RCA)



GAMBAR 11. Persamaan garis linier hubungan waktu dan kecepatan luncur kampas rem pada bidang miring

Gambar 11, menunjukkan hubungan regresi linier antara waktu luncur dengan kecepatan kampas rem melalui lintasan bidang miring. Sebagai contoh, perhitungan analisa data pada pengujian koefisien gesek variasi 160°C di sudut 30° adalah sebagai berikut ;

TABEL 1. Hubungan waktu (s) dan kecepatan (m/s) kampas rem variasi 160°C

Time	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Kec.	0	2,5	1,25	0,8	0,6	0,5	0,4

Dari grafik di atas kita akan mendapatkan rumus persamaan regresi linearnya, $y = Ax + B$. Pada grafik diatas didapat persamaan regresi linear $y = 0.607 X + 1.2371$. Hasil uji koefisien

gesek pada kampas rem SKJ 160°C. Rumus mencari koefisien geseknya yaitu:

$$A = (\sin\theta - \mu_k \cdot \cos\theta) \times g \quad (3)$$

Dengan catatan :

A = Nilai regresi linier

θ = sudut kemiringan lintasan

g = gravitasi (m/s^2)

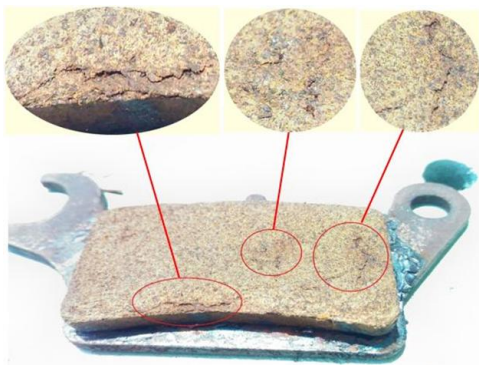
μ_k = Koefisien gesek kinetis

Persamaan 3, adalah untuk mencari nilai koefisien gesek kinetis kampas rem. Hasil yang didapat kampas rem SKJ dengan variasi 160°, 170° dan 180° mendapatkan harga koefisien 0,51, harga ini sama dengan kampas rem komersial indopart. Sedangkan untuk

kampas rem RCA memiliki koefisien gesek sedikit lebih baik yaitu 0,52.

Uji Ketahanan Thermal

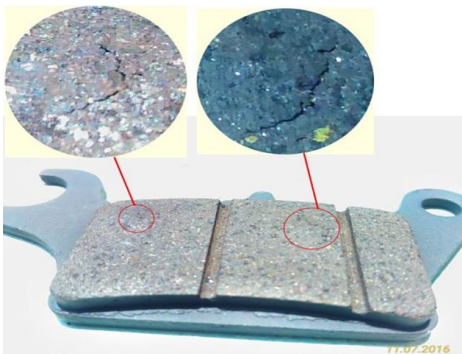
Hasil uji ketahanan thermal atau panas dapat dilihat secara visual dari bentuk retakan yang terjadi pada permukaan material kampas rem. Pengujian ini menggunakan oven pemanas di laboratorium Bahan Teknik, Teknik Mesin, UGM. Gambar 12, 13 dan 14 menunjukkan kampas rem yang mengalami kerusakan setelah diletakkan pada ruang dengan temperatur 300 °C selama 1 jam.



GAMBAR 12. Retakan pada kampas serbuk kayu jati (SKJ) 160°



GAMBAR 13. Retakan pada kampas serbuk kayu jati (SKJ) 170°



GAMBAR 14. Retakan pada kampas indopart

Kampas rem yang tidak mengalami kerusakan pada ketahanan thermal ini adalah kampas rem SKJ (serbuk kayu jati) 180°C dan Kampas rem RCA Japan. Gambar visual kedua kampas rem tersebut dapat dilihat pada Gambar 15 dan 16.



GAMBAR 15. Kampas rem serbuk kayu jati (SKJ) 180°



GAMBAR 16. Kampas rem RCA Japan

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa pengujian yang telah dilaksanakan pada kampas rem komposit kayu jati, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi kampas rem temperatur 180°C mempunyai nilai yang paling optimal dari variasi 160°C, dan 170°C pada segi kekerasan, keausan, koefisien gesek, serta ketahanan panas.
2. Variasi kampas rem temperatur 180°C dapat mendekati karakteristik kinerja kampas rem pasaran, dari segi kekerasan dengan nilai 25,1 BHN, keausan spesifik dengan nilai $3,36 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, koefisien gesek dengan nilai 0,51, serta tidak rusak pada suhu 300°C pada waktu 1 jam. Sementara kampas rem Indopart dan RCA mempunyai nilai kekerasan 27,4 BHN dan 25,1 BHN, keausan spesifik $4,47 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ dan $5,73 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, nilai koefisien gesek 0,51 dan 0,52 serta pada saat di panaskan 300°C dengan waktu 1 jam pada kampas rem indopart terdapat retakan kecil, sementara

pada kampas rem RCA tidak terdapat kerusakan.

3. Suhu pada proses *hot press* mempengaruhi pematangan dari perekat *phenol formaldehyde*, sehingga akan membuat perekat mengikat dengan optimal, pada saat perekat mengikat seluruh material dengan optimal maka akan mempengaruhi nilai kekerasan, keausan, koefisien gesek, dan ketahanan panas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas fasilitas alat uji yang telah kami gunakan di Laboratorium Tekstil, Teknik Kimia UII, Laboratorium Bahan Teknik, Teknik Mesin, UGM.

DAFTAR PUSTAKA

- Choirudin. 2010, *Pengaruh Variasi Komposisi Serat Serabut Kelapa, Plastik PET, Serbuk Aluminium Pada Sifat Fisik dan Koefisien Gesek Bahan Kampas Rem Gesek*. (Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta)
- Fitrianto, F.D., Estriyanto, Y. and Harjanto, B., 2013, Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor. *Nosel*, 1(3), pp.1-11.
- Gopal, P., Dharani, L., & Blum, F. D. 1994, *Fade and wear Characteristic of a glass-fibre-reinforced phenolic friction material*. *wear*, 119-127
- Maloney, T.M., 1977, Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing.
- PKKI. 1979, Kelas Kuat Ketahanan Kayu. Indonesia: Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia
- Priyono, J., & Suharno. (2014). *Penerapan Metode Tracking pada Pengukuran Koefisien Gesek Kinetik Luncuran. Prociding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY*, (hal. 50-53). Yogyakarta
- Santoso, S., 2013. Studi Pemanfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa-Aluminium Sebagai Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos. *Jurnal Nosel*, 2(1).
- Sumaryono, A., Hadikusumo, S. A., & Lukmandaru, G. (2013). *Pengawetan kayu gubal jati secara rendaman dingin dengan pengawet boron untuk mencegah serangan rayap kayu kering*. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 93-107
- Siregar, S. H., Hartono, R., Sucipto, T., & Iswanto, A. H. (2014). *The variation of Temperature and Pressing Time on Particle Board Quality from Waste Oil Palm Trunk Using Phenol Formaldehyde Adhesive*. *PERONEMA FORESTRY SCIENCE JOURNAL*
- Setiawan, B., 2014, *Pengaruh Suhu Sintering Pada Pembuatan Kampas Rem Dengan Resin Serbuk Sebagai Pengikat*. (Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Szeri, A. Z. 1980, *Tribology : Friction, Lubrication, and wear*. Hemisphere: Hemisphere Publishing Corporation
- Wahyudi, I., priadi, T., & rahayu, i. s. 2014, Karakteristik dan Sifat-Sifat Dasar Kayu Jati Unggul Umur 4 dan 5 Tahun Asal Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 50-56