

Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai Material Alternatif Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor

Yoga Daru Narendra¹⁾, Ari Putra Utama²⁾, Mastuki³⁾
Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

*Email : yogadaru23@gmail.com¹⁾, arykinopan@gmail.com²⁾, mastuki@untag-sby.ac.id³⁾

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan serbuk kayu jati, serbuk kuningan dengan induk magnesium oxide dan resin polyester terhadap nilai kekerasan dan nilai keausan. Selain itu juga untuk mengetahui variasi komposisi bahan kampas rem yang paling optimal yang mendekati nilai standar kampas rem perbandingan merk KGW. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dan analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif. Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah diantaranya preparasi sampel (pencampuran bahan, proses kompaksi, proses sintering), uji kekerasan Shore D dan uji keausan Ogoshi.

Material komposit bahan kampas rem ini dibagi menjadi beberapa perbandingan yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian nilai kekerasan kampas yang mendekati acuan (KGW) yaitu spesimen 1 dengan variasi perbandingan 1:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 71 kgf/n. sedangkan pada spesimen serbuk kuningan : serbuk kayu jati (2:4) memiliki nilai keausan paling besar yaitu 1.453×10^{-6} mm²/kg. semakin besar perbandingan serbuk kayu jati terhadap kuningan maka akan mempengaruhi nilai kekerasannya

Kata-kata kunci: Serbuk, Komposit, Kayu, Kuningan, Kampas, Rem

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of variations in the composition of teak wood powder, brass powder with magnesium oxide as the parent material and polyester resin on hardness and wear values. In addition, it is also to find out the variation in the composition of the most optimal brake lining material that is close to the standard value of the KGW brand comparison brake lining. This research is experimental research and data analysis using descriptive analysis techniques. This research consisted of several steps including sample preparation (mixing of materials, compaction process, sintering process), Shore D hardness test and Ogoshi wear test.

The brake lining composite material is divided into several different ratios. From the test results, the hardness value of the canvas which is close to the reference (KGW), namely specimen 1 with a variation ratio of 1:4 (Brass: Teak Powder) has a hardness value of 71 kgf/n. whereas in the brass powder specimen: teak wood powder (2:4) has the greatest wear value of 1.453×10^{-6} mm²/kg. the greater the ratio of teak sawdust to brass, the hardness value will be affected.

Keywords: Powder, Composite, Wood, Brass, Lining, Brake

Pendahuluan

Kayu jati memiliki nama *Tectona grandis*. Kayu jati merupakan salah satu kayu terbaik di dunia karena sifatnya yang keras dan awet. Pohon jati sangat cocok tumbuh di Indonesia karena memiliki iklim tropis. Jenis tumbuhan ini banyak di temui di Jawa, Sumatra, Bengkulu, dan Lampung. Kayu ini banyak di gunakan oleh masyarakat sekitar untuk membuat furniture karena memiliki sifat sangat tahan terhadap serangan rayap.

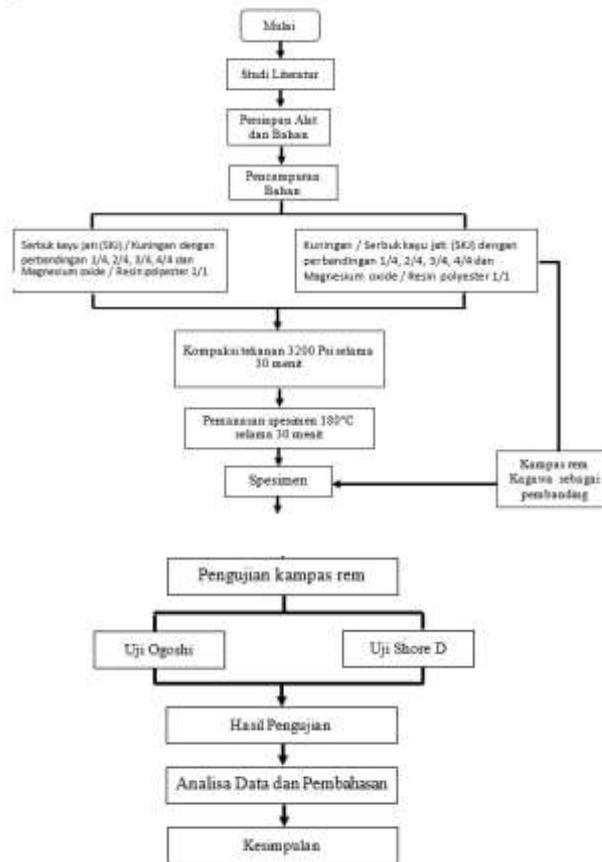
Kabupaten Blora, Jawa Tengah merupakan salah satu penghasil kayu jati terbesar di Indonesia. Mulai dari akar sampai daun pohon jati ini memiliki banyak manfaat. Akarnya bisa di dimanfaatkan untuk pembuatan kursi, aqua scape. Sedangkan daun jati dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan dan pengganti kertas minyak.

Beberapa wilayah di Indonesia sangat terkenal dengan industri meubel pengrajin kayu jati ini banyak di temui di kota Jepara, Bojonegoro, Pasuruan. Limbah dari industri meubel ini salah satunya adalah hasil sisa serbuk gergaji. Serbuk kayu jati ini Serbuk kayu mengandung beberapa komponen utama yaitu, hemiselulosa, selulosa, zat lignin, dan zat ekstratif kayu. Serbuk kayu merupakan bahan berpori, sehingga air mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut (R Hermita,2016).

Di masyarakat serbuk limbah kayu banyak di manfaatlkan sebagai bahan bakar tungku masak tradisional sehingga dapat menimbulkan pencemaran polusi udara. Penggunaan limbah serbuk gergaji kayu jati sebagai bahan alternatif komposit dalam pembuatan kanvas rem non asbes. Keuntungan dari penggunaan limbah gergaji serbuk kayu jati ini adalah bahannya yang mudah di temukan, ramah lingkungan, harganya yang ekonomis.

Melihat permasalahan yang di ceritakan oleh penulis di harapkan dapat tercipta terobosan baru dalam hal pemanfaatan limbah serbuk gergaji supaya lebih bermanfaat bagi kehidupan masyarakat dan menambah nilai jual limbah serbuk gergaji. Salah satu terobosan atau inovasi baru yaitu penelitian tentang pemanfaatan serbuk kayu jati sebagai material pengisi. Penggunaan filler ini bertujuan langsung untuk memanfaatkan bahan alami non asbes dan mengurangi pengeluaran biaya bahan baku.

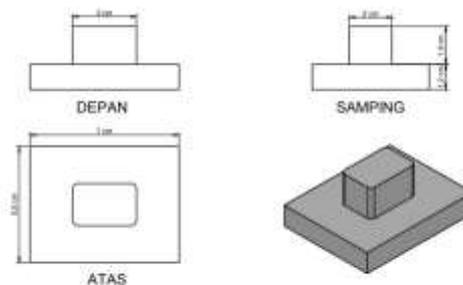
Metode



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses Pembuatan Cetakan

Cetakan (dies) merupakan alat yang digunakan untuk membuat suatu produk dengan model tertentu. Cetakan yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan bahan logam plat yang sudah dilakukan proses permesinan melalui program milling. Cetakan ini berbentuk persegi panjang dengan fillet 4mm dan ukuran spesimen memiliki panjang 3cm dengan lebar 2cm dan tebal benda 10 mm



 UNTAG SBY	NAMA POLA CETAKAN	NO. POLA CETAKAN	KETERANGAN No. A4

Gambar 2. Desain Cetakan

Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai...

Bahan

Serbuk kuningan (Cu-Zn)

Kuningan adalah logam campuran dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng.

Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, namun tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk kedalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut kuningan banyak digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, alat musik, aplikasi kapal laut dan selongsong munisi.

Magnesium Oxide (Mgo)

Magnesium oksida adalah mineral padat putih yang dibentuk oleh ikatan ion antara atom magnesium dan atom oksigen yang membentuk struktur kristal FCC. Bahan MgO nanometer memiliki potensi yang lebih luas yaitu dalam bidang industri, dapat digunakan sebagai biosida, katalis, bahan keramik, higiene dan penyerap limbah zat.

Bahan kimia tersebut berupa serbuk halus berwarna putih, yang berfungsi sebagai substrat pembantu untuk kampas rem komposit, selain itu magnesium oksida juga berperan sebagai bahan gesekan yang digunakan untuk meningkatkan gaya gesek yang disebabkan oleh komposit kampas rem bagian atas.

Proses Pencampuran Bahan (Mixxer)

Alat Mixxer adalah alat elektronik yang digunakan untuk memblender bahan agar tercampur rata. Pencampuran bahan menggunakan besi kecil kemudian di putar dengan kecepatan tertentu. Mixxer disini digunakan untuk mengaduk komposit agar matriks, filler dan binder memiliki campuran yang seragam sehingga akan merata. Bahan yang sudah di siapkan akan di campur dengan menggunakan mesin mixxer. Komposisi bahan yang sudah di tentukan adalah:

- a). Serbuk kayu jati (SKJ) / Kuningan dengan perbandingan (1/4), (2/4), (3/4), (4/4) dan Magnesium oxide / Resin polyester (1/1)
- b). Kuningan / Serbuk kayu jati (SKJ) dengan perbandingan (1/4), (2/4), (3/4), (4/4) dan Magnesium oxide / Resin polyester (1/1)

Proses Kompaksi

Kompaksi adalah proses pemadatan serbuk menjadi bentuk tertentu sesuai dengan cetakan. Kompaksi adalah proses pemadatan serbuk menjadi suatu pola dengan bentuk tertentu sesuai dengan cetakan, hasil dari proses pemampatan tersebut disebut green body. Ada dua jenis metode kompresi, yaitu:

Kompaksi dingin, yaitu pengepresan suhu kamar. Metode ini digunakan jika bahan yang digunakan rentan terhadap oksidasi, seperti Aluminium, kuningan dan lainnya. Pengepresan panas, yaitu pengepresan pada suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar. Metode ini digunakan bila bahan yang digunakan tidak rentan terhadap oksidasi. Pada pencetakan benda uji ini dilakukan dengan cara pemadatan dengan

menggunakan alat penekan hidrolik. Setelah itu serbuk material dimasukkan ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dibersihkan.



Gambar 3 Proses Kompaksi

Proses Pemanasan Sintering

Adalah proses pemanasan di bawah titik lebur untuk membentuk fasa kristalin baru yang diinginkan dan dimaksudkan untuk membantu mereaksikan bahan penyusun bahan keramik dan logam. Semakin tinggi suhu sintering maka semakin cepat pembentukan kristal, pada proses sintering terbentuk fasa baru akibat proses pemanasan dimana pada saat reaksi, komponen yang terbentuk masih berbentuk padat dari campuran tepung. . Ini adalah bagaimana partikel partikel tetangga dapat bereaksi dan berikatan satu sama lain. Proses sintering ini dilakukan dengan mesin oven (furnace) serta diatur pada suhu sinter yang telah ditetapkan pada waktu tahan sinter yang sama 30 menit. Suhu sinter yang digunakan terhadap benda 180° C

Langkah – langkah proses perlakuan panas(sintering) pada sampel adalah diantara lain:

- 1) Menyiapkan benda uji untuk proses sinter
- 2) Menghidupkan mesin furnace kemudian meletakkan benda uji kedalam mesin oven (furnace).
- 3) Atur suhu dan waktu ketinggian terhadap proses sinteringmesin oven
- 4) Setelah selesai, mesin oven otomatis beroperasi pada suhu dan waktu sintering yang tetap.

Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai...

- 5) Saat itu juga mencapai suhu waktu sintering yang telah ditentukan, suhu dalam oven berkurang.
- 6) Selama proses pendinginan sampeldengan metode pendinginan ruang (normalisasi).



Gambar 4 Proses Pemanasan Bahan

Pengujian Kekerasan Shore D

Pengujian kekerasan dilakukan pada setiap komposisi kampas rem dan kampas rem pembanding. Seperti halnya pengujian kekerasan lainnya, durometer ini mengukur kedalaman kekerasan pada material yang sudah dibuat. Kedalaman spesimen tergantung pada material yang sudah dibuat, begitu juga bahan yang digunakan jika semakin keras bahan maka akan menimbulkan kedalaman yang sangat kecil.

- 1) Langkah-langkah pengujian kekerasan Shore D: Menentukan konfigurasi indenter yakni dengan cone 30° dengan spesifikasi diameter 1.40 mm (0.055 in) dan perpanjangan 2.54 mm (0.100 in) setiap skala kekerasan menghasilkan nilai 0 sampai dengan 100.
- 2) Menyiapkan spesimen yang telah dibuat dan kampas pembanding yang akan diletakkan di meja kerja dan memasang indenter.
- 3) Memberikan beban kepada spesimen kemudian melakukan penahanan waktu selama 7 detik dan akan keluar nilai kekerasannya pada monitor alat uji. Satuan yang digunakan dalam uji kekerasan tipe Shore D ini adalah Kgf/N.
- 4) Melakukan pengamatan pada alat ukur
- 5) Melakukan pengamatan pada benda uji
- 6) Catat hasil pengukuran
- 7) kekerasan tipe Shore D ini adalah Kgf/N.

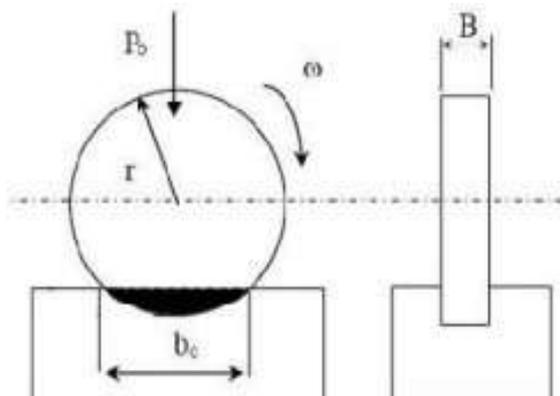
Pengujian Keausan Ogoshi

Pada pengujian keausan material bisa dilakukan dengan berbagai teknik yang telah di lakukan, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan yang sebenarnya. Salah satunya adalah metode Ogoshi dimana benda yang diuji menerima beban gesekan dari suatu putaran (cakram yang berputar). Beban

gesekan ini akan menyebabkan kontak berulang antara permukaan dan pada akhirnya akan menyerap sebagian material pada permukaan benda yang diuji. Ukuran lekukan permukaan bahan gesekan digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat keausan bahan. Semakin lebar dan dalam keausan, semakin besar volume material yang dilepaskan dari objek yang diuji.

Langkah-langkah uji keausan adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan sampel kemudian ke permukaan sampel diratakan sehingga tidak ada tanda yang tersisa Muatan dapat dilihat di bawah mikroskop.
- 2) Penyesuaian rasio transmisi untuk menentukan tabel beban akhir yang digunakan sebagai muatan selama proses disket. dan melakukan kalibrasi kecepatan.
- 3) Kemudian sampel diletakkan pada mesin pengujian, tempatkan dengan benar sesuai dengan jarum panah pada spesimen. setelah kalibrasi yang tepat, atur beban yang diterapkan.
- 4) Uji keausan dapat dimulai dengan menekan tombol ON, memutar disk dan menggosokkan sampel ke beban aman
- 5) Hasil tes kemudian dilihat di bawah mikroskop
- 6) Dengan data area jejak yang dihitung secara mikroskopis tingkat keausan spesifik kemudian dapat dihitung dari rumus seperti yang ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 5 Ilustrasi Pengujian Ogoshi

$$W_s =) \quad (1) \quad \frac{B \cdot b}{r \cdot \rho \cdot l_o} = (mm^2 / Kg)^3 \quad 8.$$

Keterangan :

W_s = harga keausan spesifik (mm^2/kg).

B = lebar piringan pengaus (mm). B_o =

lebar keausan pada benda uji (mm). r =

jari-jari piringan pengaus (mm).

P_o = gaya tekan pada proses keausan berlangsung (Kg). l_o

= jarak tempuh pada proses pengausan (mm).

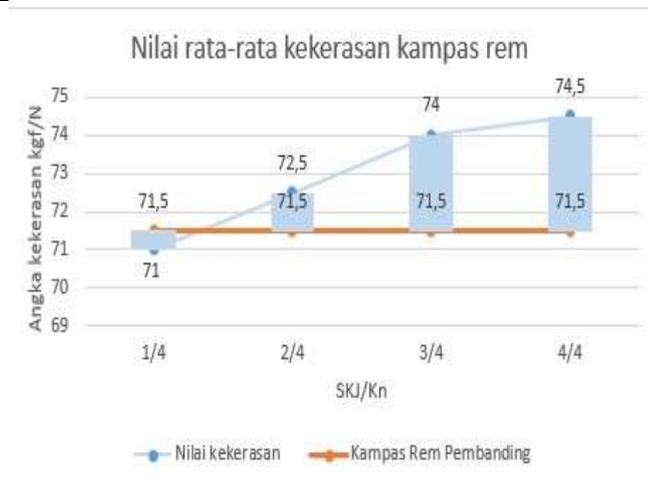
Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai...

Hasil Dan Pembahasan

Spesimen setelah melewati proses kompaksi dan pemanasan akan dilakukan pengujian kekerasan type Shore D. Hasil dari pengujian kekerasan Shore D dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

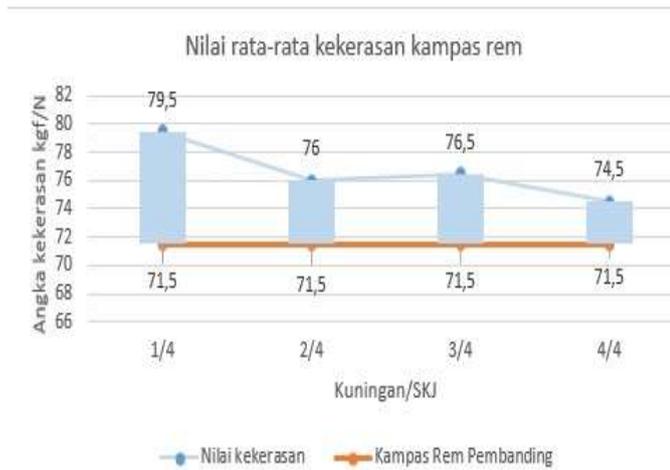
Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan Shore D

No	Kode Spesimen	Rata-rata (Kgf/N)
1.	Kampas Pembanding	71,5
2.	SKJ/Kn 1/4	71
3.	SKJ/Kn 2/4	72,5
4.	SKJ/Kn 3/4	74
5.	SKJ/Kn 4/4	74,5
6.	Kn/SKJ 1/4	79,5
7.	Kn/SKJ 2/4	76
8.	Kn/SKJ 3/4	76,5
9.	Kn/SKJ 4/4	74,5



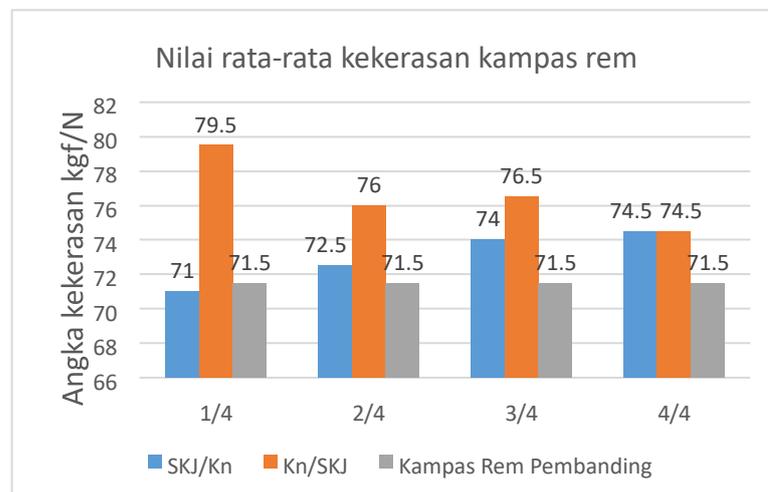
Gambar 6 Grafik Hasil pengujian kekerasan variasi SKJ/Kuningan

Spesimen 1 dengan variasi perbandingan 1:4 (Serbuk kayu jati : Kuningan) memiliki nilai kekerasan sebesar 71 kgf/n. Spesimen 2 dengan variasi perbandingan 2:4 (Serbuk kayu jati : Kuningan) memiliki nilai kekerasan sebesar 72,5 kgf/n. Spesimen 3 dengan variasi perbandingan 3:4 (Serbuk kayu jati : Kuningan) memiliki nilai kekerasan sebesar 74 kgf/n. Spesimen 4 dengan variasi perbandingan 4:4 (Serbuk kayu jati : Kuningan) memiliki nilai kekerasan sebesar 74,5 kgf/n.



Gambar 7 Grafik Hasil pengujian kekerasan variasi Kuningan/SKJ

Spesimen 1 dengan variasi perbandingan 1:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 71 kgf/n. Spesimen 2 dengan variasi perbandingan 2:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 72,5 kgf/n. Spesimen 3 dengan variasi perbandingan 3:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 74 kgf/n. Spesimen 4 dengan variasi perbandingan 4:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 74,5 kgf/n. Sedangkan kampas rem pembanding dengan merk KGW memiliki nilai kekerasan sebesar 71,5 kgf/n.



Gambar 8 Grafik Hasil pengujian kekerasan kombinasi

Hasil pengujian kekerasan Shore D variasi Serbuk Kayu Jati : Kuningan nilai kekerasan terkecil pada spesimen dengan variasi campuran 4:4 yaitu 74,5 kgf/n dan nilai kekerasan yang paling besar pada spesimen 1:4 yaitu 79,5 kgf/n. Sedangkan pada grafik 4.2 hasil pengujian kekerasan Shore D variasi Kuningan : Serbuk Kayu Jati nilai kekerasan terkecil pada spesimen dengan variasi campuran 1:4 yaitu 71 kgf/n dan nilai kekerasan yang paling besar pada spesimen 4:4 yaitu 74,5 kgf/n.

Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai...

Pada uji kekerasan ini serbuk kayu jati mempengaruhi kekerasannya karena kemampuan rekat resin dengan serbuk kuningan kekerasannya meningkat, sebaliknya, meskipun proses pencampuran menggunakan alat pengaduk benar ketika mencampur setiap bahan, kekerasan tidak dapat diprediksi secara akurat, karena dalam proses pencetakan dan pemanasan bahan dengan oven listrik, resin poliester pada sampel tidak merata di celah-celah seperti yang terjadi pada sampel serbuk kuningan : serbuk kayu jati (2:4).

Hasil pengujian keausan Ogoshi

Spesimen setelah melewati proses kompaksi dan pemanasan akan dilakukan pengujian keausan ogoshi. Hasil dari pengujian keausan dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian keausan ogoshi

No	Kode Spesimen	Rata-rata $W_s(\text{mm}^2/\text{kg})$
1.	Kampas Perbandingan	2.691×10^{-7}
2.	SKJ/Kn 1/4	6.158×10^{-7}
3.	SKJ/Kn 2/4	9.500×10^{-7}
4.	SKJ/Kn 3/4	5.722×10^{-7}
5.	SKJ/Kn 4/4	8.923×10^{-7}
6.	Kn/SKJ 1/4	6.594×10^{-7}
7.	Kn/SKJ 2/4	1.453×10^{-6}
8.	Kn/SKJ 3/4	6.234×10^{-7}
9.	Kn/SKJ 4/4	8.923×10^{-7}



Gambar 9 Grafik keausan kampas rem variasi serbuk kayu jati/kuningan

Hasil perhitungan uji keausan *Ogoshi* variasi perbandingan Serbuk Kayu Jati : Kuningan pada spesimen 1 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $6.158 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 2 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu

$9.500 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 3 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $5.722 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 4 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $8.923 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$.



Gambar 10 Grafik keausan kampas rem variasi kuningan/serbuk kayu jati

Hasil perhitungan uji keausan *Ogoshi* variasi perbandingan Kuningan : Serbuk Kayu Jati. pada spesimen 1 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik sebesar $6.594 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 2 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $1.453 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 3 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $6.234 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, spesimen 4 memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $8.923 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$.



Gambar 11 Grafik Kombinasi

Variasi perbandingan yang berbeda nilai keausan rata-rata kampas yang mendekati acuan (KGW) yaitu spesimen 3/4 dengan variasi perbandingan serbuk kayu jati : kuningan memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu $5.722 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Beberapa spesimen percobaan mengalami kegagalan seperti pada spesimen serbuk kuningan : serbuk kayu jati (2:4) memiliki nilai keausan paling besar yaitu

Pemanfaatan Serbuk Kayu Jati-Serbuk Kuningan (Cu-Zn) Sebagai...

1.453×10^{-6} mm²/kg. hal ini disebabkan karena permukaan benda spesimen yang akan di uji coba kurang halus.

Kesimpulan

1. Nilai kekerasan kanvas yang mendekati acuan (KGW) yaitu spesimen 1 dengan variasi perbandingan 1:4 (Kuningan : Serbuk Kayu Jati) memiliki nilai kekerasan sebesar 71 kgf/n. Sedangkan untuk nilai keausan rata-rata kanvas yang mendekati acuan (KGW) yaitu spesimen 3/4 dengan variasi perbandingan serbuk kayu jati : kuningan memiliki nilai rata-rata keausan spesifik yaitu itu 5.722×10^{-7} mm²/kg.
2. Serbuk kayu jati dapat mempengaruhi nilai kekerasan pada kanvas rem, hal ini ditunjukkan pada tabel hasil pengujian bahwa bertambahnya komposisi serbuk kayu jati akan meningkatkan nilai kekerasannya.

Daftar Pustaka

- [1] Alokabel, K. and Betan, A.D., 2019. Pengaruh Variasi Serbuk Kayu Terhadap Sifat Mekanis Material Komposit. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 8(2), pp.150-154.
- [2] Arif, S., Irawan, D. and Jainudin, M., 2019. Analisis sifat mekanis perbandingan campuran komposit serbuk gergaji kayu jati dengan matrik epoxy untuk material kanvas rem cakram. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 7(2), pp.58-63.
- [3] Barasa, F., Badri, M. and Yohanes, Y., 2014. *Kaji Pembuatan Kanvas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit dengan Filler Palm Slag* (Doctoral dissertation, Riau University).
- [4] F. Yudhanto, S. A. Dhewanto, and S. W. Yakti, "Karakterisasi Bahan Kanvas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serbuk Kayu Jati," *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/JQT.010104.
- [5] Fitrianto, F.D., 2012. Pemanfaatan serbuk tongkol jagung sebagai alternatif bahan friksi kanvas rem non-asbestos sepeda motor.
- [6] Gapsari, F. and Setyarini, P.H., 2012. Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu. *Jurnal rekayasa mesin*, 1(2), pp.59-64.
- [7] Kosjoko, "Serbuk Kayu Jati (Tectona Grandis LF) sebagai Bahan Penguat Komposit Brake Pad Sepeda Motor Bermatriks Epoxy," *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, pp. 16–19, Aug. 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion>
- [8] N. Nayiroh and M. Eradewiputri, "TEKNOLOGI MATERIAL KOMPOSIT," 2013. https://www.academia.edu/9948458/TEKNOLOGI_MATERIAL_KOMPOSIT_By_Nurun_Nayiroh (accessed Jan. 03, 2023).
- [9] R. Hermita, "PENGOLAHAN LIMBAH SERBUK KAYU MENJADI BAHAN MEDEL," *PROPORSI : Jurnal Desain, Multimedia dan Industri*

Kreatif, vol. 2, no. 1, pp. 01–12, Nov. 2016, doi: 10.22303/PROPORSI.2.1.2016.01-12

- [10] Suhardiman, S. and Syaputra, M., 2017. Analisa keausan kampas rem non asbes terbuat dari komposit polimer serbuk padi dan tempurung kelapa. *Inovtek Polbeng*, 7(2), pp.210-214.
- [11] Taka, A.K., Kristianta, F.X. and Sholahuddin, I., 2017. Variasi Ukuran terhadap Kekerasan dan Laju Keausan Komposit Epoxy Alumunium-Serbuk Tempurung Kelapa untuk Kampas Rem. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(3), pp.149153.