

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERBUK KAYU JATI/EPOKSI DENGAN PENAMBAHAN SERBUK LOGAM KUNINGAN DAN MgO SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Agung Triana^a, Harini sosiati^b, Sudarisman^c

^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, 55183
^aagungtriana0209@gmail.com

Abstrak

Telah diketahui bahwa penggunaan asbes sebagai *filler* pada kampas rem memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia, sehingga penggunaannya kini mulai digantikan dengan bahan yang ramah lingkungan. Limbah serbuk kayu jati dan serbuk logam kuningan yang tersedia melimpah berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai *filler* untuk bahan rem alternatif. Tujuan penelitian ini adalah membuat bahan komposit epoxy resin dengan *filler* serbuk kayu jati, kuningan, dan MgO sebagai bahan alternatif kampas rem, dan mengetahui pengaruh variasi perbandingan ketiga bahan *filler* tersebut terhadap sifat tarik, kekerasan dan keausan material komposit.

Komposit dengan perbandingan *filler* dan matriks epoxy resin 40:60 (fraksi volume) difabrikasi dengan metode press dingin. *Filler* yang terdiri dari serbuk kayu jati (17-20 mesh), serbuk logam kuningan 80-100 mesh, dan magnesium oksida divariasikan dengan perbandingan (50%:30%:20%), (60%:20%:20%) dan (70%:10%:20%). Pengujian keausan dengan metode *ogoshi*, pengujian tarik (ASTM D 638-02 TYPE IV) dan pengujian kekerasan (ASTM E10) dilakukan pada semua spesimen komposit. Selain itu, karakterisasi struktur patahan hasil uji tarik dan strukturmikro dari sisi penampang lintang masing-masing dilakukan dengan *scanning electron microscope* (SEM, TESCAN VEGA3 LMU) dan mikroskop optik (OM, Olympus BX53M).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu jati meningkatkan kuat tarik dan laju keausan komposit. Akan tetapi nilai kekerasan komposit sedikit menurun. Nilai kuat tarik tertinggi (34,58 MPa) ditunjukkan pada komposit dengan perbandingan *filler* 70%:10%:20%. Sedangkan komposit dengan perbandingan *filler* 50%:30%:30% menunjukkan nilai kekerasan tertinggi 18,35 BHN dan laju keausan terendah (1,09E-08 mm²/kg) yang mendekati laju keausan bahan kampas rem komersial (8,700E-09 mm²/kg).

Kata kunci: Serbuk kayu jati, serbuk logam kuningan, magnesium oksida, epoxy, komposit, kampas rem

Abstract

It is known that asbestos brake pad has a negative impact on human health. Therefore many studies have recently carried out to replace asbestos with eco-friendly materials used as fillers for alternative brake material. Teak wood and brass powder wastes that are abundantly available have good potential to utilize as fillers for brake material. This research aims to fabricate the epoxy resin composite with three kinds of fillers (teakwood, brass and MgO powders), and to study the effect of fillers ratio on the mechanical properties (tensile, hardness and wear rate) of the brake composites.

The epoxy resin composites with 40% volume fraction of fillers were fabricated using a cold press method. Fillers (teakwood, brass and MgO powders) were varied in three ratios: i.e. (50%:30%:20%), (60%:20%:20%) and (70%:10%:20%). Tensile (ASTM D 638-02 TYPE IV), hardness (ASTM E10) and wear rate (Ogoshi method) tests were conducted on all composite specimens. A *scanning electron microscope* (SEM, TESCAN VEGA3 LMU) and an optical microscope (OM, Olympus BX53M) were used to characterize the tensile fracture surface and the cross-section view microstructure of the composites, respectively.

The results indicated that increase in volume fraction of teak wood powder increases the tensile strength and wear resistance, but decreases the hardness of the composites. The highest tensile strength (34.58 MPa) reached by composite with the filler ratio of 70%:10%:20%. While composite with the filler ratio of 50%:30%:20% showed the highest hardness of 18.35 BHN and the lowest wear resistance of (1,09E-08 mm²/kg) in which it is near to the value of a commercial break material (8,700E-09 mm²/kg).

Keywords: teak wood, brass powder, magnesium oxide, epoxy, composite, brake pad

1. Pendahuluan

Penggunaan asbes sebagai bahan kampas rem dimulai sekitar tahun 1990 an, akan tetapi penggunaan kampas rem dengan bahan asbes memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Dampak bagi kesehatan diantaranya yaitu dapat menyebabkan asbestosis/fibrosis (penebalan dan luka gores pada paru-paru), kanker paru-paru, dan kanker saluran pernafasan dan debu yang dihasilkan dari serat *para-aramid* dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru (Cherie dkk, 2000). Mengacu pada alasan tersebut kini penggunaannya mulai digantikan dengan bahan yang alami, dan tidak berbahaya bagi kesehatan yaitu material komposit. Salah satu komposit yang berkembang didunia industri saat ini yaitu material komposit dengan pengisi (filler) baik berupa serat alami maupun serat sintesis. Pada dasarnya material komposit merupakan penggabungan dua atau lebih material berbeda menjadi satu, yang terbuat dari berbagai macam kombinasi sifat atau gabungan serat dan matrik (Syahrinal Anggi Daulay dkk, 2014).

Dewasa ini, pemanfaatan limbah hasil gergaji kayu jati perlu lebih banyak mendapatkan perhatian karena potensinya untuk mengatasi masalah lingkungan terkait dengan pemanfaatannya secara reproduktif. Banyaknya permintaan kayu jati sebagai bahan bangunan maupun furniture rumah tangga, mendorong semakin banyak berdirinya perusahaan dan UKM penggergajian kayu, sehingga limbah serbuk hasil gergaji yang dihasilkan terus meningkat. Menurut Purwato dkk, (1994), setiap harinya sebanyak 10,6% serbuk gergaji dihasilkan dari setiap kayu yang digergaji, namun pemanfaatan yang masih kurang maksimal dan cenderung dibiarkan membuat serbuk hasil dari gergaji kayu jati ini hanya menumpuk begitu saja dan dibiarkan menjadi sampah. Serbuk kayu jati bisa dimanfaatkan sebagai furniture rumah tangga jika diolah dengan baik, selain itu serbuk kayu jati juga berpotensi sebagai pengisi (filler) dari kampas rem.

Dimana sebelumnya pada penelitian yang dilakukan oleh Puja, (2011) beliau membuat kampas rem dengan bahan komposit yang digunakan yaitu serbuk dari kayu jati dimana sebelumnya dilakukan proses pengarangan pada kayu jati pada suhu 200°C. Kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 21 (MPa) dihasilkan pada komposisi dengan kandungan filler 40%. Koefesien gesek terbesar bernilai (0,79) terdapat pada komposit dengan kandungan filler sebanyak 54%. Pembuatan kampas rem komposit lainnya pernah dilakukan oleh Yawas dkk, (2016) yaitu dengan memanfaatkan serbuk tempurung kelapa sebagai pengisi dari kampas rem, akan tetapi bahan komposit untuk kampas rem yang menggunakan serbuk kayu jati tanpa pengarangan belum dilakukan penelitian, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit kampas rem dengan pengisi serbuk kayu jati tanpa pengarangan dengan penambahan serbuk logam kuning dan MgO sebagai pengisi dari komposit kampas rem.

Hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, khususnya dengan penelitian kampas rem serbuk kayu jati yang dilakukan pengarangan. Adapun tujuan dalam penelitian tugas akhir ini adalah melakukan karakterisasi sifat mekanis bahan komposit berpenguat serbuk kayu jati/epoxy sebagai bahan alternatif dari kampas rem. Pemberian variasi volume serbuk kayu jati dilakukan untuk mencari campuran yang ideal untuk dijadikan kampas rem.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan alat

Sebelum melakukan pembuatan bahan komposit dilakukan persiapan beberapa hal, seperti persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun pada penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Bahan

- a) Serbuk kayu jati
Serbuk kayu jati yang digunakan dilakukan pengayakan terlebih dahulu dengan ukuran mesh (17-20 mesh) kemudian dilakukan penjemuran selama 1 jam untuk mengurangi kadar air serbuk kayu jati.
- b) Resin epoxy dan hardener
Resin epoxy dan hardener yang digunakan didapatkan/dibeli dari toko ngasem baru, Yogyakarta, dengan merek dagang *Eposchon*.
- c) Magnesium oksida (MgO)

Magnesium oksida didapatkan dari PT Tekno medicalogy Indonesia yang dibeli secara online

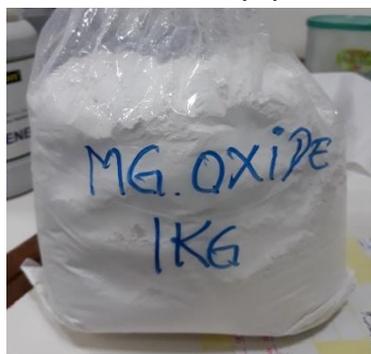
- d) Serbuk kuningan
Serbuk kuningan digunakan sebagai bahan pengisi lain (*filler*) dengan ukuran 80-100 mesh. Serbuk kuningan didapatkan dari sisa gergajian dan gerinda pengrajin kuningan di Taman tirto, Kasihan, Bantul.



Gambar 2.1 Serbuk Kayu jati



Gambar 2.2 Epoxyresin+hardener



Gambar 2.3 Magnesium oksida



Gambar 2.4 Serbuk kuningan

2. Alat

- a) Timbangan digital
- b) Cetakan benda uji
- c) Wadah pencampur bahan
- d) Alat uji tarik
- e) Alat uji keausan (*Ogoshi*)
- f) Alat uji kekerasan (Brinell)
- g) Alat uji SEM (Vega 3 Tescan)
- h) Mikroskop optik
- i) Alat bantu lain

2.2 Pembuatan spesimen komposit

Pembuatan komposit ini dilakukan dengan perbandingan filler (50%:30%:20%), (60%:20%:20%), (70%:10%:20%) dengan perhitungan fraksi volume spesimen uji keausan dan uji tarik sebagai berikut:

Tabel 2.1 hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji tarik

Fraksi volume filler dan matrik 60%:40%	Massa (gr)			
	Serbuk kayu	Kuningan	MgO	Epoxyresin
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (50:30:20)	0,97	6,13	1,75	4,40

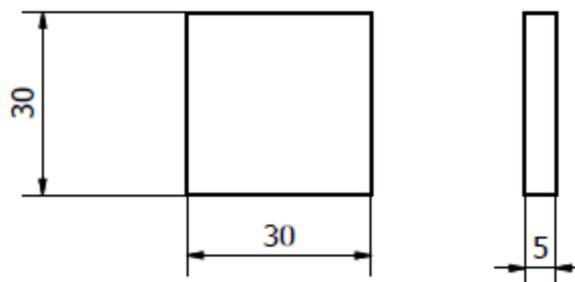
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (60:20:20)	1,17	4,11	1,75	4,40
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (70:10:20)	1,36	2,01	1,75	4,40

Berikut ini perhitungan yang digunakan untuk menentukan volume dan massa dari spesimen uji keausan dan kekerasan komposit:

Tabel 2.2 hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji keausan

Fraksi volume filler dan matrik 60%:40%	Massa (gr)			
	Serbuk kayu	Kuningan	MgO	Epoxyresin
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (50:30:20)	0,72	4,53	1,29	3,24
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (60:20:20)	0,86	3,02	1,29	3,24
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (70:10:20)	1,00	1,51	1,29	3,24

Komposit difabrikasi dengan menggunakan metode *press dingin (press mold)* dengan ukuran spesimen uji tarik yaitu sesuai dengan standar ASTM D638-02 TYPE IV, sedangkan untuk ukuran spesimen uji keausan dan kekerasan yaitu 30x30x5 mm seperti ditunjukkan gambar 2.5.



Gambar 2.3 Ukuran spesimen uji keausan dan kekerasan

2.3 Prosedur pengujian

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik *universal testing machine* (UTM), dengan kecepatan mesin uji tarik yang digunakan 500 mm/menit sesuai dengan standar ASTM D638, jumlah spesimen yang dilakukan pengujian disetiap variasi yaitu 5 buah. Pengujian dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik Yogyakarta. Hasil dari patahan pengujian tarik dilakukan pengujian SEM dan foto makro untuk mengetahui karakteristik patahan terhadap sifat mekanis material komposit.

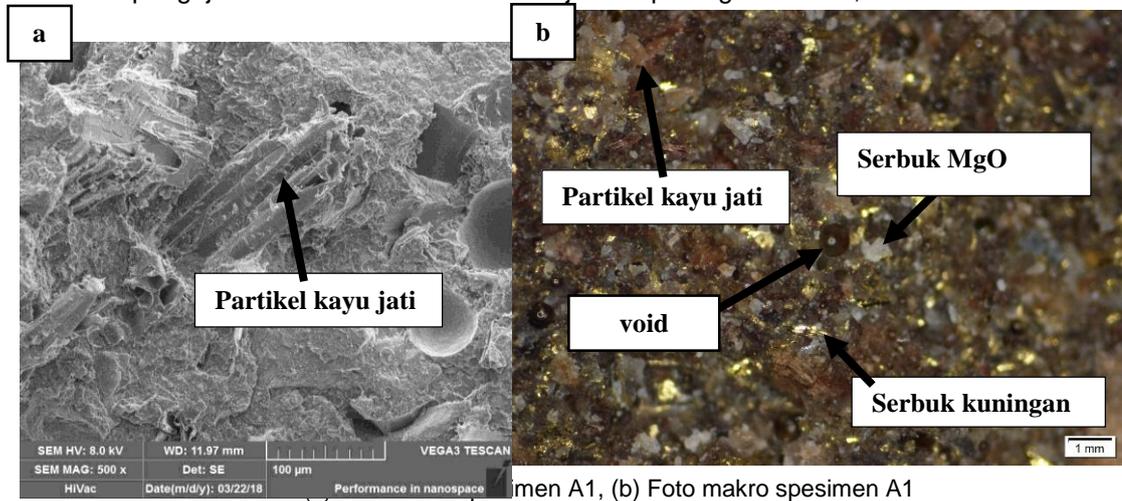
Pengujian keausan dilakukan menggunakan metode *ogoshi* dengan pembebanan yang digunakan yaitu sebesar 2,12 kg dengan panjang lintasan 66,6 m dengan lama waktu pengausan/pengujian yaitu 1 menit. Pengujian ini dilakukan sebanyak 9 kali dengan masing-masing setiap variasi diambil 3 sample, hasil dari pengausan dilihat menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui lebar dari keausan material komposit. Untuk pengujian kekerasan metode yang digunakan yaitu metode *brinell* dengan ASTM E10. Besar pembebanan yang diberikan 16,635 kg dan diameter indenter yang digunakan sebesar 2,5 mm. Pengujian dilakukan sebanyak 5 titik disetiap spesimen dengan jumlah spesimen yang diuji sebanyak 2 buah disetiap variasinya. Hasil dari injakan indenter dilihat menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui besar diameter injakan dari indenter.

Pengujian dan kekerasan dilakukan di laboratorium ilmu bahan dan logam Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil pengujian SEM dan foto makro

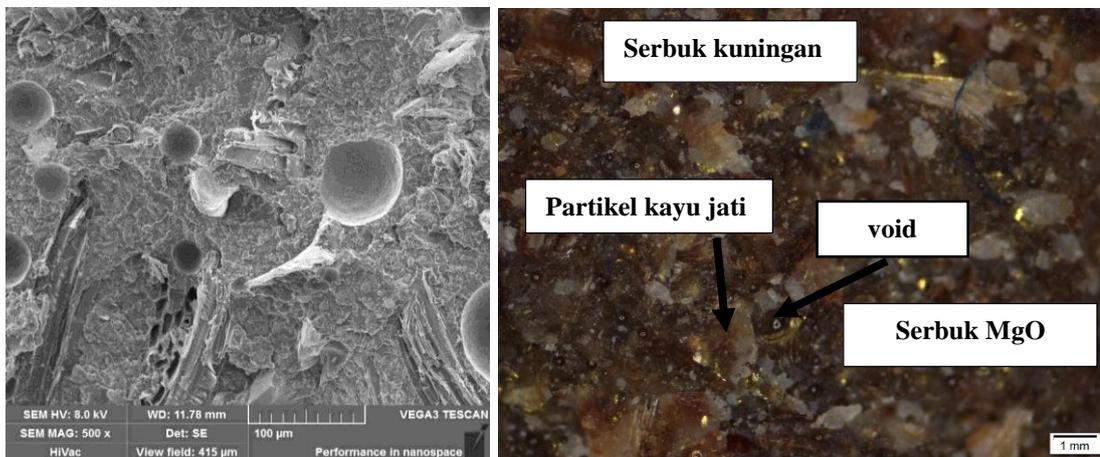
Hasil pengujian SEM dan foto makro ditunjukkan pada gambar 3.1, 3.2 dan 3.3



Gambar 3.1 (a) Hasil SEM spesimen A1, (b) Foto makro spesimen A1



Gambar 3.2 (a) Hasil SEM spesimen A2, (b) Foto makro spesimen A2

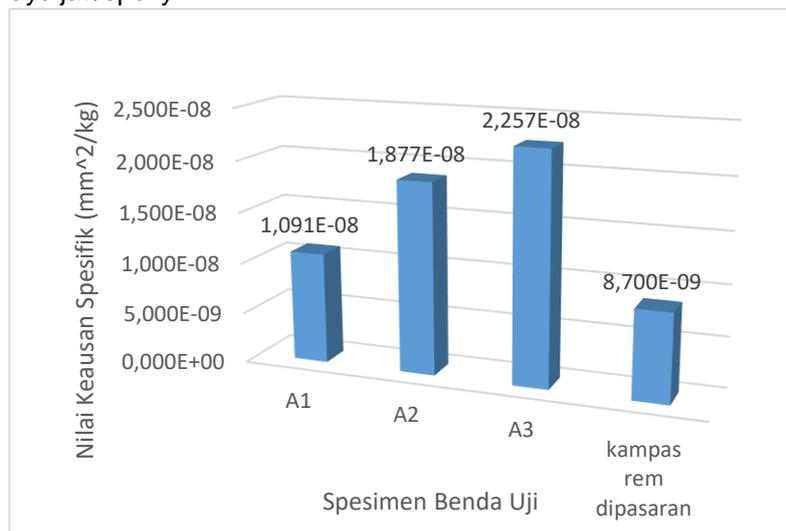


Gambar 3.3 (a) Hasil SEM spesimen A3, (b) Foto makro spesimen A3

Berdasarkan ketiga hasil dari pengujian SEM dan foto makro pada gambar 3.1, 3.2, 3.3 diketahui bahwa penyebaran *filler* yang terbentuk cukup merata, sehingga ikatan antara matriks dengan *filler* yang terbentuk baik. Hal ini membuat material serbuk kayu jati/epoxy mampu menahan *filler* ketika mengalami pembebanan mekanik seperti tarik, keausan dan kekerasan.

3.2 Hasil pengujian keausan

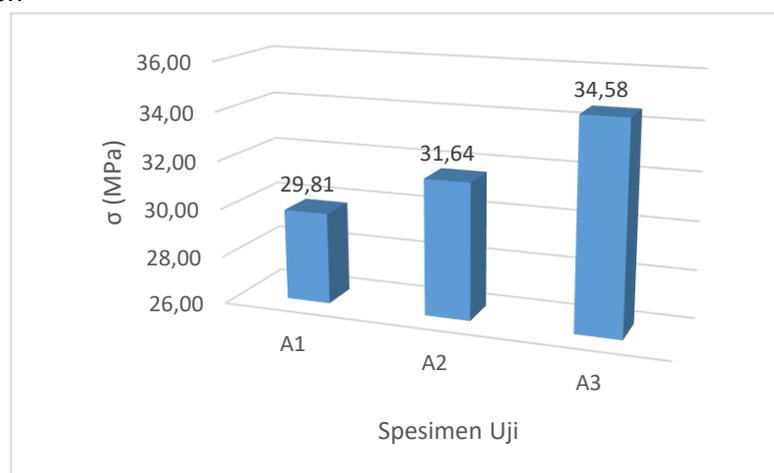
Hasil pengujian keausan material komposit serbuk kayu jati ditunjukkan pada gambar 3.4 terlihat bahwa nilai laju keausan rata-rata material komposit meningkat dengan bertambahnya serbuk kayu jati. Kampas rem yang ada dipasaran (indoparts) yang sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Santoso dkk, (2013), menunjukkan nilai keausan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kampas rem komposit serbuk kayu jati/epoxy. Ini terjadi karena panjang lintasan yang ditempuh pada saat pengujian lebih pendek yaitu sebesar 44 m, dengan waktu 30 detik, sehingga jika panjang lintasan yang digunakan sama yaitu sebesar 66 m dengan waktu tempuh 60 detik maka kemungkinan nilai dari kampas rem yang ada dipasaran lebih besar dan berada di antara kampas rem serbuk kayu jati/epoxy



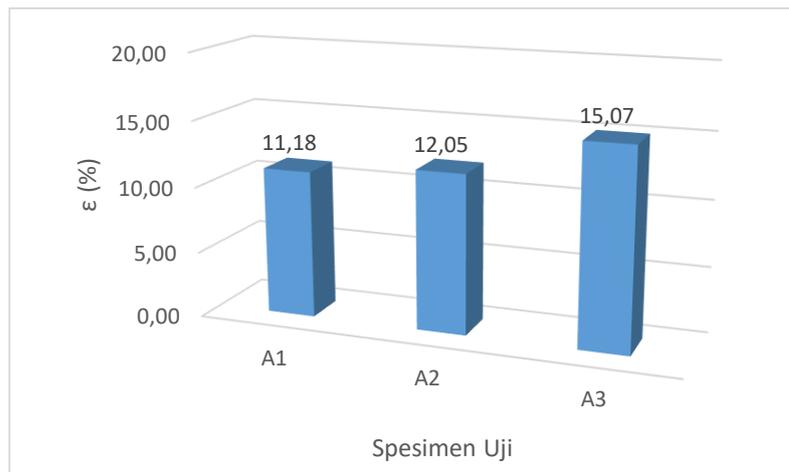
Gambar 3.4 Grafik perbandingan nilai keausan

3.3 Hasil pengujian tarik

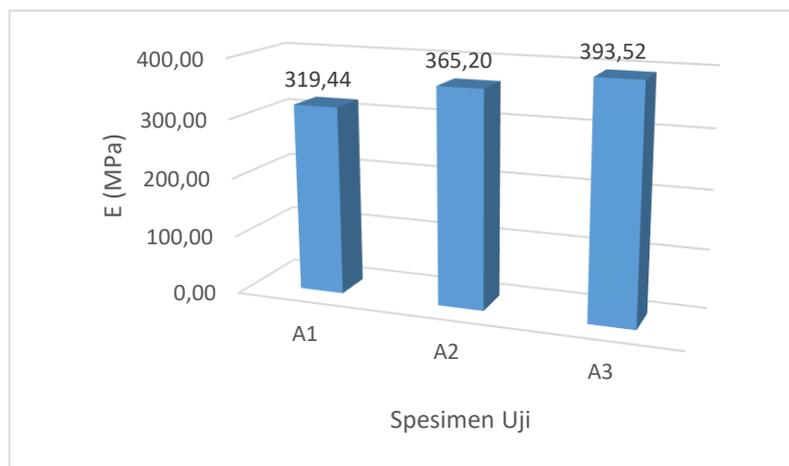
Hasil pengujian tarik material komposit serbuk kayu jati ditunjukkan pada gambar 3.5, 3.6, dan 3.7



Gambar 3.5 Grafik kuat tarik material komposit serbuk kayu jati



Gambar 3.6 Grafik Besar regangan tarik material komposit serbuk kayu jati



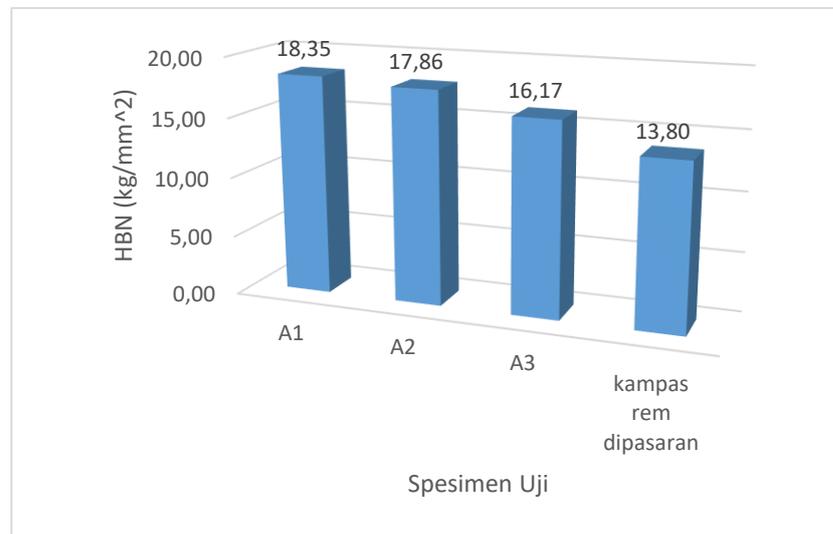
Gambar 3.7 Grafik besar Modulus Elastisitas Material Komposit Serbuk Kayu Jati

Hasil pengujian tarik seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5, 3.6, dan 3.7 menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serbuk kayu jati yang diberikan akan meningkatkan sifat mekanik dari material komposit tersebut. Kenaikan kuat tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas ini disebabkan karena penyebaran filler yang cukup merata dan ikatan antara matriks dan filler yang terbentuk baik, sehingga mampu menahan pembebanan tarik yang diberikan. Hasil kuat tarik komposit serbuk kayu jati/epoxy tanpa pengarangannya ini lebih besar daripada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Puja, 2012) dimana sebelumnya serbuk kayu jati yang digunakan dilakukan pengarangannya, yang didapatkan kuat tarik maksimal yaitu sebesar 21 MPa. Ini berarti sifat mekanik serbuk kayu jati yang tidak dilakukan pengarangannya lebih baik jika digunakan sebagai bahan alternatif lain yang mengisi dari kanvas rem yang mengandung asbestos.

3.4 Hasil pengujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan material komposit seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8 menunjukkan bahwa nilai kekerasan komposit serbuk kayu jati/epoxy dengan penambahan serbuk logam kuningan dan MgO mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu jati. Penurunan nilai kekerasan yang terjadi tidak begitu signifikan. Hal ini disebabkan penambahan fraksi volume serbuk kayu jati akan mengurangi fraksi volume serbuk logam kuningan, selain itu sifat serbuk kayu jati yang lebih lunak dibandingkan dengan logam kuningan membuat komposit spesimen A1 lebih keras dibandingkan dengan spesimen A1 dan A2. Kanvas rem yang ada dipasaran yang sebelumnya sudah dilakukan penelitian oleh (Purboputro, 2016) menunjukkan nilai

kekerasan yang lebih kecil dibandingkan dengan komposit serbuk kayu jati/epoxy. Ini berarti nilai kekerasan kanvas rem komposit serbuk kayu jati/epoxy lebih baik daripada kanvas rem yang ada dipasaran.



Gambar 3.8 Grafik uji kekerasan

4. Kesimpulan

1. Hasil pengujian SEM dan foto makro menunjukkan bahwa penyebaran *filler* cukup merata, sehingga ikatan antara matriks dengan *filler* yang terbentuk cukup baik.
2. Hasil pengujian keausan dan kuat tarik material komposit serbuk kayu jati/epoksi dengan serbuk logam kuning dan MgO, menunjukkan bahwa, nilai rata-rata laju keausan spesifik dan kuat tarik material komposit semakin meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu jati. Nilai kekerasan kanvas rem komposit serbuk kayu jati/epoxy mengalami penurunan, akan tetapi nilai kekerasan kanvas rem komposit lebih baik daripada kanvas rem yang ada dipasaran.

Berdasarkan 2 point tersebut serbuk kayu jati bisa digunakan sebagai bahan alternatif pengisi kanvas rem, karena memiliki karakteristik sifat mekanik yang lebih baik.

Daftar pustaka

- Cherie, J. W., Gibson, H., McIntosh, C., McLaren, W. M., & Linchae, G. (2000). Exposure to Fire Airborne Dust Amongst Processor of Para-Aramid. *Journal Insititute of Occupational Medicine*.105-115
- Puja, I. G. (2011). kekuatan tarik dan koefisien gesek bahan komposit arang limbah serbuk gergaji kayu jati dengan matriks epoxy. *jurnal teknik mesin*, vol 9 No 2. 5-10.
- Purboputro, P. I. (2016). pengembangan bahan kanvas rem sepeda motor dari serat bambu terhadap ketahanan aus pada kondisi kering dan basah. *jurnal teknik mesin*, vol 17 No.2 1-5.
- Purwanto, D., Samet, Mahfuz, & Sakiman. (1994). DIP Proyek penelitian dan pengembangan industri, badan penelitian dan pengembangan industri. Dalam *Pemanfaatan limbah industri kayu lapis untuk papan partikel buatan secara laminasi*. Banjar Baru: departemen perindustrian.78-90
- Syahrinal, A. D., Fachry, W., & Halimatusdahliana. (2014). Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 50-62.

- Santoso, Estriyanto, Y., & Wijayanto, D. S. (2013). studi pemanfaatan campuran serbuk tempurungkelapa-aluminium sebagai bahan material alternatif kampas rem sepeda motor non-asbestos. *teknik mesin*, 46-57.
- Yawas, S.Y., & Amaren S.G. (2016). Morphology and properties of periwinkle shell asbestos-free brake pad. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 28, 103–109.