

STUDI KEKUATAN TARIK DAN KOEFISIEN GESEK BAHAN KOMPOSIT ARANG LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU JATI DENGAN Matrik EPOXY

I Gusti Ketut Puja¹

¹ Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Keywords :

Composite
Teak sawdust
Tensile strength
Friction coefficient

Abstract :

This study aims to investigate the coefficient of friction and tensile strength of composite materials of teak sawdust charcoal with Epoxy matrix. Sawdust charcoal made at a temperature of 200 and 300 Celsius degrees for two hours. Two kinds of charcoal are used as filler composites by varying the composition of charcoal with constant total filler content of 40 percent (v / v). Then the tensile test and the measuring of friction coefficient of the composite is conducted. The variation of composition that gives tensile strength and the best friction coefficient, then made a composite material by varying the content of filler / particles from 27, 36, 45 and 54 percent (v/v). The composites were developed with a hydraulic press mold method. The results showed that at the variation of composition of charcoal, the highest tensile strength occurred in the composition of a mixture of 100% charcoal 200 Celsius degree (0% charcoal 300 Celsius degree) is about 21 MPa. The largest friction coefficient also occurred in this composition is 0.55. At the variation of filler content, the highest tensile strength occurred at 36 percent particle content is about 19.5 MPa. The value of friction coefficient increases with increasing filler content in composite.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, serbuk gergaji kayu jati sangat mudah didapatkan seiring dengan banyaknya kebutuhan kayu jati sebagai bahan bangunan rumah hunian maupun furnitur. Dengan banyaknya permintaan kayu jati maka banyak pula berdiri perusahaan dan UKM penggergajian kayu. Limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pun semakin bertambah. Serbuk gergaji tersebut belum atau tidak dimanfaatkan dan biasanya hanya dipakai sebagai kayu bakar. Selain di perusahaan dan UKM penggergajian kayu, limbah serbuk gergaji kayu jati juga banyak ditemukan di pedesaan. Serbuk gergaji kayu jati banyak dijumpai di pedesaan karena populasi pohon kelapa banyak tumbuh subur di kawasan pedesaan. Masyarakat desa biasanya tidak menggergajikan pohon kelapa di UKM penggergajian kayu, namun mereka lebih suka menggunakan jasa penggergajian kayu keliling. Oleh karena itu, di pedesaan banyak dijumpai serbuk gergaji kayu jati yang hanya menjadi sampah saja. Purwanto dkk, (1994) menyatakan komposisi limbah pada kegiatan pemanenan dan industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut [1]:

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat, mencapai 66,16%
2. Pada industri penggergajian limbah kayu meliputi serbuk gergaji 10,6%. Sebetan 25,9% dan potongan 14,3%, dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan

3. Limbah pada industri kayu lapis meliputi limbah potongan 5,6%, serbuk gergaji 0,7%, sampah vinir basah 24,8%, sampah vinir kering 12,6% sisa kupasan 11,0% dan potongan tepi kayu lapis 6,3%. Total limbah kayu lapis ini sebesar 61,0% dari jumlah bahan baku yang digunakan.

Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa produksi kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m³, sedangkan kayu gergajian mencapai 2,06 juta m³. Dengan asumsi limbah yang dihasilkan mencapai 61% maka diperkirakan limbah kayu yang dihasilkan mencapai lebih dari 5 juta m³ [2].

Di sisi lain, perkembangan teknologi saat ini sudah mulai mengarah pada konsep *back to nature*. Teknologi komposit pun sudah mulai bergeser dengan memanfaatkan bahan-bahan alam, seperti serat alam, kayu alam dan limbah olahan kayu. Sebagai contoh, Diharjo dkk (2005-2007) juga telah memanfaatkan bahan serat kenaf dan kayu sengon laut sebagai bahan rekayasa pembuatan panel komposit sandwich dan panel akustik [3]. Para peneliti di Indonesia sudah sewajarnya merasa bangga memanfaatkan *local genius materials* sebagai bahan rekayasa, seperti bahan serat alam, kayu dan limbah pengolahan kayu (termasuk serbuk gergaji). Serbuk gergaji merupakan jenis serat alam dalam bentuk partikel. Massa jenis serat alam adalah sekitar 1,3 – 1,4 gr/cm³. Dengan demikian, massa jenis serbuk gergaji pun akan hampir sama dengan massa jenis serat alam [4].

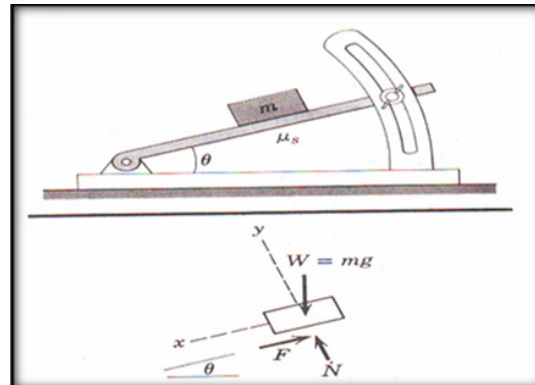
Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang lebih ramah lingkungan, seperti panel rumah hunian dan panel *car body* otomotif. Bahkan, bahan alam tersebut sangat berpotensi untuk digunakan sebagai komponen-komponen utama kendaraan, seperti kampas rem. Dalam beberapa waktu yang lalu, rekayasa kampas rem juga pernah dikembangkan dengan menggunakan *filler* limbah ampas tebu. Informasi ini memberikan inspirasi bahwa limbah serbuk gergajian pun berpeluang sebagai bahan kampas rem, meskipun hanya untuk kendaraan ringan. Sebelum digunakan sebagai *filler*/penguat, serbuk gergaji kayu jati perlu dilakukan pengarangan terlebih dahulu, karena arang tidak dapat terurai dan aman dari hewan pemakan kayu. Matrik yang cocok sebagai pengikat pada kampas rem harus memiliki keuletan yang baik agar kampas rem yang dihasilkan tidak mudah pecah. Jenis polimer termoset yang banyak tersedia di pasaran dan memiliki keuletan yang tinggi adalah resin *epoxy*.

Uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa ketersediaan limbah serbuk kayu jati dalam jumlah banyak perlu dikembangkan penggunaannya menjadi produk rekayasa yang lebih bermanfaat, seperti sebagai bahan komposit untuk kampas rem kendaraan ringan. Sebelum digunakan sebagai kampas rem, berbagai kajian sifat fisis-mekanis komposit berbahan dasar arang serbuk gergaji bermatrik *epoxy* perlu dilakukan. Paper ini akan mempresentasikan pengaruh kandungan *filler*/penguat terhadap koefisien gesek dan kekuatan tarik bahan komposit arang serbuk gergaji kayu jati bermatrik *epoxy*.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam eksperimen ini serbuk gergaji kayu jati dilakukan pengarangan pada suhu 200 dan 300 °C selama 2 jam. Dua macam arang tersebut digunakan sebagai *filler* komposit dengan memvariasikan komposisi jenis arang pada kandungan *filler* keseluruhan konstan 40% (v/v). Bahan komposit selanjutnya dilakukan uji tarik dan pengukuran koefisien gesek terhadap pelat logam. Variasi komposisi yang memberikan kekuatan tarik dan koefisien gesek terbaik selanjutnya dibuat bahan komposit dengan memvariasikan kandungan *filler*/partikel mulai dari 27, 36, 45 dan 54% (v/v). Pembuatan komposit dilakukan dengan metode cetak tekan hidrolis Bentuk dan geometri benda uji tarik mengacu pada standar ASTM D 638 [5]. Pembentukan benda uji tarik dan benda uji koefisien gesek dilakukan secara manual dengan memotong komposit menggunakan gerinda tangan. Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik KT 7010-A2. Pengukuran koefisien gesek dilakukan dengan meletakkan benda uji pada suatu bidang miring dengan sudut kemiringan terhadap horisontal (θ) yang dapat diatur sampai benda uji itu bergerak.

Nilai koefisien gesek adalah tangen dari sudut kemiringan (θ) saat benda uji mulai bergerak. Skema pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Data-data hasil penelitian tersebut dilakukan analisis-analisis perhitungan dan hasilnya dipaparkan dalam bentuk kurva hubungan kekuatan tarik dan koefisien gesek terhadap komposisi campuran arang kayu bersuhu 200 dan 300 °C dan terhadap fraksi volume penguat. Hasil pengujian koefisien gesek juga akan diverifikasi dengan produk kampas rem motor Jupiter MX

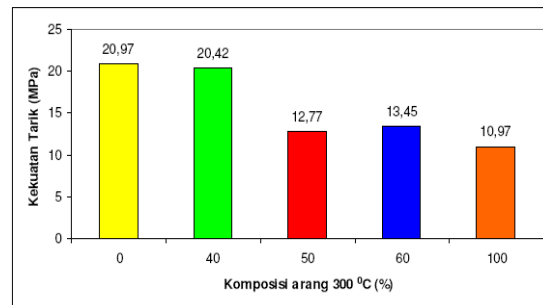


Gambar 1. Skema uji koefisien gesek [6].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik

Kekuatan tarik komposit pada variasi komposisi jenis arang menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang tidak signifikan antara komposisi 100% arang 200 °C (0% arang 300 °C) dan komposisi 60% arang 200 °C. Kandungan *filler* keseluruhan adalah 40% (v/v). Pada komposisi tersebut diperoleh kekuatan tarik tertinggi seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Dengan berkurangnya kandungan arang 200 °C kekuatan tarik komposit cenderung turun.

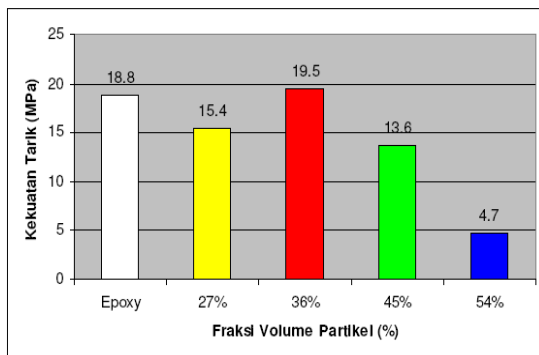


Gambar 2. Diagram batang hasil uji tarik komposit pada variasi komposisi jenis arang.

Bila dibandingkan, kekuatan komposit dengan *filler* 100% arang 200 °C dan komposit dengan *filler* 100% arang 300 °C terjadi perbedaan yang cukup signifikan (48%). Dari data tersebut dapat dijelaskan bahwa penambahan kandungan *filler* arang 300 °C membuat kekuatan komposit cenderung turun.

Namun demikian, pada penambahan sampai 40% kandungan *filler* arang 300 °C tidak memberikan penurunan signifikan. Pada kondisi ini dimungkinkan terjadi distribusi butiran partikel yang ideal.

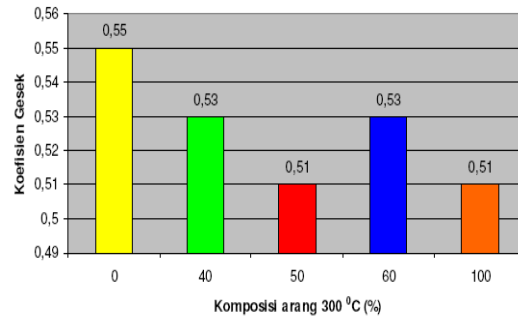
Pada variasi kandungan *filler*, kekuatan tarik tertinggi (19,5 MPa) terjadi pada kandungan *filler* 36%, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Komposisi kandungan *filler* yang digunakan mengacu hasil terbaik pengujian sebelumnya yaitu 100% arang 200 °C. Kekuatan tarik komposit pada kandungan *filler* di atas 36% selanjutnya mengalami penurunan. Menurunnya kekuatan tarik ini disebabkan oleh kurang sempurnanya *epoxy* sebagai matrik dalam mengikat partikel. Bila kekuatan tarik *epoxy* digunakan sebagai acuan, peningkatan kandungan *filler* sampai 36% tidak memberikan peningkatan kekuatan yang signifikan (3,7%). Namun demikian, penambahan *filler* samapi 36% merupakan jumlah yang signifikan bila dilihat dari pengurangan penggunaan *epoxy*. Pengurangan penggunaan *epoxy* merupakan penghematan tersendiri mengingat nilai ekonomi *filler* jauh di bawah *epoxy*.



Gambar 3. Diagram batang hasil uji tarik komposit pada variasi kandungan *filler*.

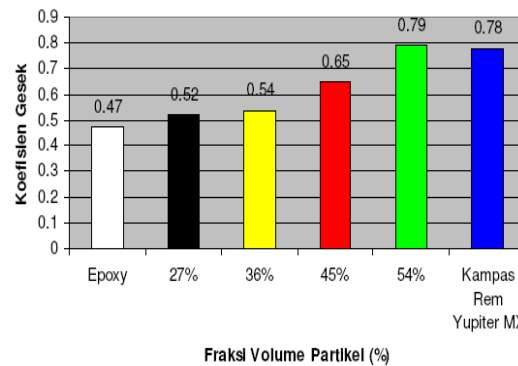
Uji Koefisien Gesek

Nilai koefisien gesek tertinggi pada variasi komposisi kandungan *filler* adalah 0,55. Kondisi tersebut terjadi pada komposisi *filler* 100% arang 200 °C, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Arang serbuk kayu jati pada pengarangan 200 °C secara fisis masih terlihat masih utuh. Berbeda dengan kondisi arang kayu jati pengarangan 300 °C yang tampak sangat mudah hancur. Perbedaan ini menjadi salah satu faktor bahwa kekasaran permukaan arang 200 °C lebih tinggi dibandingkan dengan arang 300 °C. Namun secara keseluruhan terlihat perbedaan nilai koefisien gesek yang tidak signifikan. Hampir semua komposisi memberikan nilai koefisien gesek pada kisaran 0,5.



Gambar 4. Diagram batang hasil uji koefisien gesek komposit pada variasi komposisi jenis arang.

Pada variasi kandungan *filler*, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume partikel arang serbuk gergaji kayu jati meningkatkan koefisien gesek, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Nilai koefisien gesek terbesar (0,79) terjadi pada komposit dengan kandungan partikel 54% (v/v). Harga koefisien gesek komposit tersebut nilainya hampir sama dengan koefisien gesek kampas rem komersial Jupiter MX (0,78)



Gambar 5. Diagram batang hasil uji koefisien gesek komposit pada variasi kandungan *filler*

Peningkatan nilai koefisien gesek komposit ini disebabkan oleh sifat arang serbuk gergaji yang lebih kasar. Semakin banyak kandungan arang serbuk gergajinya maka luas kontak penampang arang serbuk gergaji pada permukaan komposit dengan *disc brake* juga semakin besar. Dengan sifat arang serbuk gergaji yang kasar, maka komposit dengan kandungan arang serbuk gergaji yang semakin besar akan memiliki koefisien gesek yang lebih besar pula. Berdasarkan nilai koefisien gesek, material komposit arang serbuk kayu jati-*epoxy* memenuhi syarat sebagai bahan kampas rem. Nilai koefisien gesek yang tinggi dapat mengurangi beban pengereman sehingga komponen-komponen rem menjadi lebih awet.

KESIMPULAN

Pada variasi komposisi jenis arang, komposit dengan jenis arang dengan proses pengarangan 200

°C memberikan kekuatan tarik dan koefisien gesek tertinggi. Kekuatan tarik tertinggi (21 MPa) terjadi pada kandungan *filler* 40% (v/v). Peningkatan kandungan *filler* meningkatkan nilai koefisien gesek komposit. Nilai koefisien gesek terbesar (0,79) terjadi pada komposit dengan kandungan partikel 54% (v/v). Berdasarkan analisis koefisien gesek, komposit yang berpeluang untuk digunakan sebagai kampas rem untuk kendaraan ringan. Pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan memvariasi jenis pengikat (polimer) agar bahan serbuk gergaji dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan kampas rem kendaraan ringan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara **Ivan Antonio H. Amado S. E. Pinto** atas bantuannya dalam proses pengambilan data pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Purwanto D, Samet, Mahfuz, dan Sakiman, 1994. "Pemanfaatan Limbah Industri Kayu lapis untuk Papan Partikel Buatan secara Laminasi", DIP Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri, Badan Penelitian dan

Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian, Banjar Baru.

- [2] Badan Pusat Statistik, 1999. "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor", Jakarta.
- [3] Diharjo K., Masykuri M., Legowo B., dan Abdullah G., 2005-2007. "Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit sandwich Berpenguat Serat Kenaf Dengan Core Limbah Kayu Sengon Laut Untuk Komponen Gerbong Kereta Api", Laporan Penelitian, Hibah bersaing XIII, Dikti, Jakarta.
- [4] Mueller D. H. dan Krobjilowski A, 2003. "New Discovery in The Properties of Composites Reinforced With Natural Fiber", Jurnal of Industrial Textiles, Vol. 33, No. 2-October 2003, pp. 111-130.
- [5] ASTM, 1998. "Annual Book of ASTM Standar", West Conshohocken
- [6] Meriam, J.L. dan Kraige, L.G.,1991, *Statika*, Jilid 1, Versi SI, Erlangga, Jakarta