

Pengaruh Penambahan Serat Lantung terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer Resin Epoxy

Hendri Hestiawan⁽¹⁾, Sohirun⁽²⁾

⁽¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

⁽²⁾ Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, Telp. (0736) 344087

e-mail : hestiwani1@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tentang komposit polimer berpenguat serat alam telah banyak dilakukan, tetapi belum ada penelitian yang menggunakan serat lantung sebagai bahan penguat karena serat lantung banyak ditemukan di wilayah hutan sepanjang dataran tinggi bukit barisan, Sumatra. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap sifat mekanik dari material komposit polimer berpenguat serat lantung. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat lantung, resin epoxy dan katalis. Bentuk spesimen yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua, yaitu komposit polimer tanpa serat dan penambahan serat dengan memvariasikan bentuk susunan serat, yaitu acak, anyam dan memanjang pada fraksi volume serat 30%. Pembuatan specimen menggunakan metoda *hand lay-up*. Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, impak, bending dan foto struktur makro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat lantung pada komposit polimer mengakibatkan peningkatan harga impact, tegangan tarik dan bending. Harga impact dan tegangan bending tertinggi terjadi pada specimen dengan susunan serat anyam, yaitu masing-masing 479,1 J/m² dan 83,4 MPa. Sedangkan tegangan tarik tertinggi terjadi pada susunan serat memanjang, yaitu 36,3 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat lantung dapat meningkatkan sifat mekanis komposit polimer resin epoxy.

Kata Kunci: Serat Lantung, Komposit polimer, Resin epoxy, Fraksi volume

Pendahuluan

Penggunaan logam di dunia industri semakin terbatas karena jumlahnya di alam semakin menipis. Untuk mengatasi hal tersebut telah dikembangkan material komposit polimer, baik dengan bahan penguat yang berasal dari serat sintetis maupun serat alam. Penggunaan bahan penguat yang berasal dari serat sintetis memiliki keterbatasan karena tidak ramah lingkungan. Penggunaan serat alam semakin berkembang karena memiliki massa jenis rendah, mampu terbiodegradasi, mudah didaur ulang, produksi memerlukan energi yang rendah, memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat diperbarui karena berasal dari alam (Wang et. al. 2003)

Penggunaan serat alam menjadi alternative pemilihan bahan dan semakin diminati dunia automotif, seperti bambu, sisal, hemp, dan pisang sebagai bahan penguat panel pintu, kursi belakang, dashboard, dan perangkat interior lainnya (Boeman et. al. 2002). Hasil penelitian lainnya juga menemukan bahwa serat alam juga dapat

diaplikasikan di bidang kesehatan, seperti penggunaan serat rami sebagai bahan penguat komposit lamina menggunakan resin epoksi memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai material alternatif dalam pembuatan soket prostesis atas lutut dengan fraksi volume 40-50% (Soemardi dkk. 2009).

Epoxy memiliki keberagaman dalam bentuk kimianya. Sebagian besar epoxy digunakan untuk lapisan proteksi dan adesif, dan sebagian lainnya digunakan pada aplikasi struktur seperti halnya komposit, alat pertukangan, alat bantu pengecoran, cetakan dan lain lain. Epoxy memiliki karakteristik kombinasi ketahanan kimia dan korosi yang baik, juga sifat mekanis (kekuatan tarik, kekakuan, ketahanan *creep*) dan ketahanan listrik yang tinggi. Dengan karakteristik masa pakai yang lama, maka epoxy telah menjadi material yang berpotensi digunakan pada banyak teknologi baru (Liu et. al. 2004). Akan tetapi epoxy juga memiliki kelemahan yaitu cenderung mengasorbsi kelembaban dari lingkungan (Wang et. al. 2005), sehingga perlu

adanya modifikasi sifat epoxy agar polimer ini lebih tahan terhadap kelembaban udara.

Pohon lantung dengan nama latin *arthocarpus elasticus* merupakan jenis tanaman yang banyak ditemukan di dalam hutan sepanjang dataran tinggi bukit barisan yang membentang sepanjang Pulau Sumatra. Pohon Lantung yang terdapat di wilayah Provinsi Bengkulu biasanya memiliki diameter rata-rata 15 - 30 cm. Serat lantung berasal dari serat yang diambil dari kulit pohon lantung. Serat lantung ini memiliki kandungan serat yang cukup tinggi sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan penguat komposit polimer untuk kebutuhan di bidang industri. Pemanfaatan serat lantung ini masih terbatas sebagai bahan baku industri kerajinan tangan dan souvenir karena serat lantung mudah didapat, murah, serta memiliki kekuatan tarik yang cukup baik.

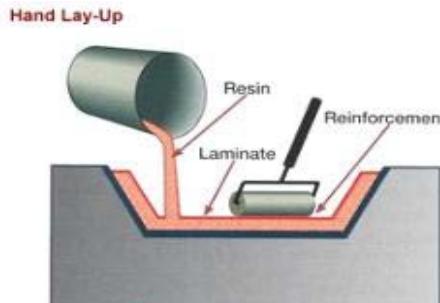
Bahan komposit sangat efisien dalam menerima beban, karena tugas tersebut dilimpahkan ke serat. Serat inilah yang terutama bertugas menerima beban, karena itu bahan komposit sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat. Salah satu keuntungan bahan komposit adalah kemungkinan bahan tersebut diarahkan dalam arah tertentu, artinya bahan tersebut hanya kuat dan kaku pada arah tertentu dan lemah dalam arah-arah yang tidak dikehendaki. Berdasarkan penempatannya terdapat empat susunan serat pada komposit, yaitu: susunan memanjang (*continuous fiber composite*), susunan bersilangan (*woven fiber composite*), susunan acak (*discontinuous fiber composite*), dan susunan kombinasi memanjang dan acak (*hybrid fiber composite*) (Gibson 1994).

Metoda Eksperimen & Fasilitas yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kulit lantung, resin epoxy dan katalis jenis *methyl ethyl ketone peroxide* (MEPOXE). Pembuatan spesimen dilakukan dengan metode *hand lay up* seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. Fraksi volume serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30%.

Bentuk spesimen yang digunakan dalam penelitian ini divariasikan bentuk susunan serat pengisinya, yaitu tanpa serat, acak, anyam dan memanjang. Jenis pengujian yang dilakukan meliputi pengujian impak, tarik, bending dan foto struktur makro. Spesimen uji impak mengikuti standar ASTM D790-03. Untuk spesimen uji tarik

dibuat dengan bentuk dan ukuran mengacu pada ASTM D3039.

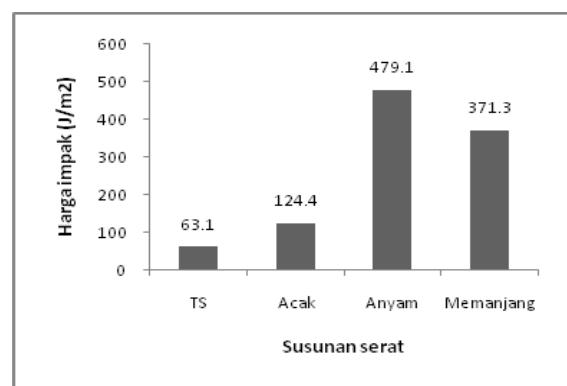


Gambar 1. Metode *hand lay-up*

Hasil dan Pembahasan

A. Uji Impak

Uji impak dalam penelitian ini menggunakan metoda *charpy*. Hasil uji impak ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram hasil uji impak

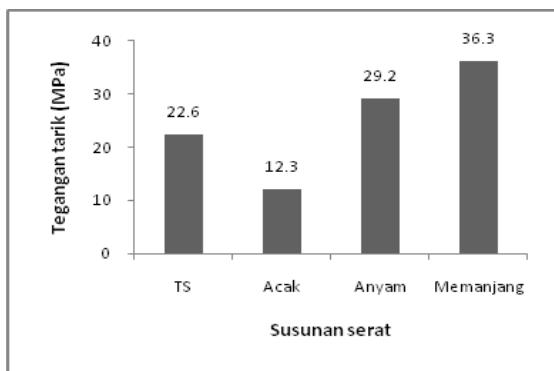
Pada Gambar 2 terlihat bahwa penambahan serat pada komposit polimer mengakibatkan peningkatan nilai harga impak. Nilai harga impak tertinggi terjadi pada spesimen dengan susunan serat anyam, yaitu sebesar 479,1 J/m² atau mengalami peningkatan lebih dari 650% apabila dibandingkan dengan specimen tanpa serat. Hal ini disebabkan karena bentuk susunan serat anyam dapat mengikat matrik lebih baik sehingga dapat menyerap energi impact lebih besar dibandingkan jenis susunan serat lainnya.

Peningkatan harga impak pada spesimen komposit dengan matrik resin berpenguat serat lantung disebabkan karena penambahan dan bentuk susunan serat pengisi dapat mendistribusikan

kekuatan impaknya pada serat yang menyusun komposit tersebut. Jadi, dengan penambahan serat lantung pada komposit polimer dapat meningkatkan nilai keuletan bahan yang sangat baik.

B. Uji Tarik

Dari hasil uji tarik diperoleh histogram hubungan antara tegangan tarik terhadap susunan serat komposit polimer, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram hasil uji tarik

Dari Gambar 3 terlihat bahwa spesimen dengan jenis susunan serat memanjang memiliki tegangan tarik tertinggi yaitu sebesar 36,3 MPa, atau mengalami peningkatan sebesar 60,46 % bila dibandingkan dengan spesimen tanpa serat. Hal ini disebabkan karena susunan serat memanjang dapat mendistribusikan kekuatan tariknya pada serat yang menyusun komposit polimer tersebut.

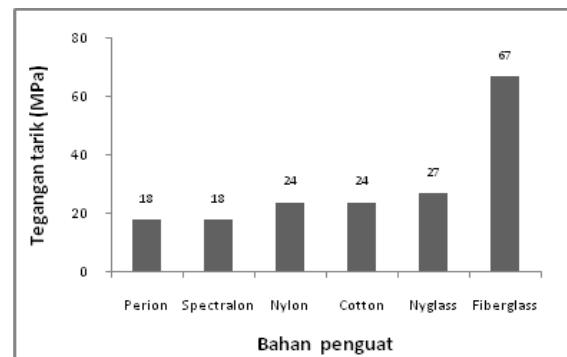
Selain itu gaya tarik dilakukan sejajar/searah dengan arah serat sehingga akan memberikan gaya reaksi yang terbaik. Spesimen dengan susunan serat jenis ini memungkinkan terjadinya penguatan oleh serat yang lebih baik, karena sifat matrik yang getas dapat direduksi oleh sifat serat yang kuat sehingga mempunyai tegangan tarik yang lebih baik.

Spesimen tanpa serat memiliki nilai tegangan tarik yang rendah karena gaya tarik yang diberikan pada specimen komposit tanpa serat hanya ditahan oleh matrik polimer resin epoxy, sehingga specimen akan putus pada gaya tarik yang lebih rendah.

Sebagai data pembanding terhadap hasil pengujian komposit ini diambil beberapa data tegangan tarik dari komposit yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan prosthesis yang dihasilkan oleh Otto Bock, seperti terlihat pada Gambar 4.

Dari gambar 4 terlihat bahwa komposit polimer berpenguat serat lantung dengan susunan serat

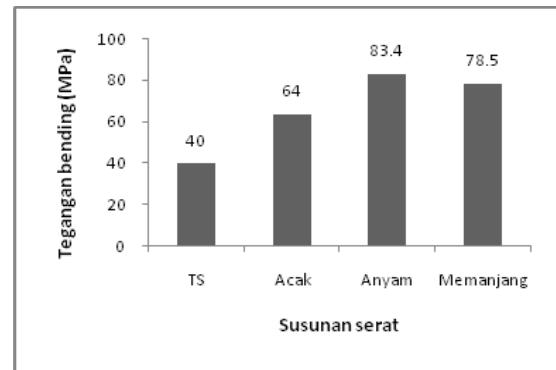
memanjang memiliki nilai tegangan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan bahan prosthesis, seperti Perion, Spectralon, Nylon, Cotton dan Nyglass. Namun demikian, komposit polimer berpenguat serat lantung belum dapat bersaing dengan bahan Fiberglass.



Gambar 4. Perbandingan tegangan tarik beberapa bahan prosthesis (Philips & Craelius, 2005)

C. Uji Bending

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *three point bending*. Hasil pengujian bending ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram hasil uji bending

Dari Gambar 5 terlihat bahwa penambahan serat pada komposit polimer mengakibatkan peningkatan tegangan bending. Spesimen dengan susunan serat anyam memiliki tegangan bending tertinggi, yaitu sebesar 83,4 MPa, atau mengalami peningkatan sebesar 108,7 % bila dibandingkan dengan spesimen tanpa serat. Hal ini sebabkan karena susunan serat bentuk ini memiliki ikatan yang baik antara matrik dengan serat pengisi, sehingga dapat menahan beban bending lebih besar dibandingkan specimen dengan susunan serat jenis lainnya.

D. Foto Makro

Foto makro dilakukan terhadap hasil patahan specimen uji impak, bending dan tarik untuk mengetahui bentuk penampang patahan, seperti terlihat pada Gambar 6 s.d. 8.



a.Tanpa serat



b. Penambahan serat lantung

Gambar 6. Foto patahan spesimen uji impak



a.Tanpa serat



b. Penambahan serat lantung

Gambar 7. Foto patahan spesimen uji bending



a.Tanpa serat



b. Penambahan serat lantung

Gambar 8. Foto patahan spesimen uji tarik

Dari Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan jenis *broken fiber*, yaitu jenis patahan yang terjadi pada spesimen dimana serat mengalami patah atau rusak dan membentuk seperti serabut. Tetapi secara umum dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan getas. Arah dari perambatan retak adalah tegak lurus dengan arah gaya yang bekerja dan menghasilkan permukaan yang relatif rata. Pada uji bending, semua titik pada spesimen akan mengalami tegangan yang besarnya berbeda. Bagian yang paling lemah adalah pada lapisan bagian bawah spesimen, sehingga akan mengalami kegagalan/retak paling awal karena tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja.

Dari Gambar 8 terlihat bahwa hasil patahan uji tarik tidak menunjukkan adanya pengelipan diameter batang (*necking*) pada daerah sekitar patahan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa spesimen memiliki sifat getas untuk semua jenis spesimen dalam pengujian ini.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil uji impak menunjukkan bahwa penambahan serat meningkatkan harga impak spesimen dengan harga impak tertinggi diperoleh pada komposit polimer berpenguat serat lantung dengan susunan serat anyam, yaitu $479,1 \text{ J/m}^2$.
2. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa penambahan serat meningkatkan tegangan tarik spesimen dengan tegangan tarik tertinggi diperoleh pada komposit polimer berpenguat serat lantung dengan susunan serat memanjang, yaitu $36,3 \text{ MPa}$.
3. Hasil uji bending menunjukkan bahwa penambahan serat meningkatkan tegangan bending spesimen dengan tegangan bending tertinggi diperoleh pada komposit polimer berpenguat serat lantung dengan susunan serat anyam, yaitu $83,4 \text{ MPa}$.
4. Dari hasil pengamatan foto makro dapat diketahui bahwa bentuk patahan semua pengujian yang dilakukan rata, mengkilap dan tidak berserabut sehingga dapat disimpulkan bahwa komposit polimer berpenguat serat lantung bersifat getas.

Referensi

- Boeman, R. G., and Johnson, N. L., *Development of a Coast Competitive, Composite Intensive, Body-in-white*, Journal SAE, No. 2002-01-1905 (2002)
- Gibson, F.R., *Principles of Composite Material Mechanis*, International Edition”, McGraw-Hill Inc, New York (1994).
- Liu, T. T., Wuiwui, C. T., Yuejin, H. C., Goh, S. S., Chung, T. S., *Morphology and Fracture Behavior of Intercalated Epoxy/Clay Nanocomposites*, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 94, 1236–1244 (2004)
- Philips, S.L. & Craelius, W., *Material Properties of Selected Prostheses Laminates*, Journal of Prostheses and Orthotics, Vol. 17, Num. 1, pp. 27-32 (2005)
- Soemardi, T.P., Kusumaningsih, W., Irawan, A. P., Karakteristik Mekanik *Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Prostesis*, Makara : Seri Teknologi, Vol. 13 No. 2, Nopember 2009, Jakarta (2009)
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S., *Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites*, Journal The Society for Eng. in Agriculture, Food, and Biological Systems, Dep. of Agriculture and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan, Canada, (2003)
- Wang, L., Wang, K., Chen, L., Yuejin, H. C., *Hydrothermal Effects on the Thermomechanical Properties of High PerformanceEpoxy/Clay Nanocomposites* (2005)