

Peningkatan Kekuatan Tekan dan Impak Material Rotan Dengan Proses Laminasi Resin Epoksi

Agustinus P. Irawan^{1)*}, Frans J. Daywin¹⁾, Fanando, Tommy A.¹⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
agustinus01@yahoo.com

Abstrak

Pemanfaatan vahan lokal yang dihasilkan oleh Indonesia sebagai vahan teknik mempunyai peluang untuk terus dikembangkan. Salah satu bahan local tersebut adalah rotan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan rotan sebagai vahan teknik dengan aplikasi pada shank prosthesis tipe endoskeletal. Rotan dipilih untuk dikembangkan karena secara umum rotan mempunyai kekuatan alami yang baik, lentur dan ringan pada kondisi yang kering. Dalam pengembangan rotan sebagai bahan teknik, metode yang digunakan adalah metode laminasi rotan dengan menggunakan bahan resin epoksi dan lapisan serat fiberglass. Laminasi resin epoksi bertujuan untuk menambah kekuatan, melindungi dari benturan, melindungi dari air dan kelembaban. Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan meliputi pengujian tekan dan impak. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh hasil bahwa bahan rotan dengan laminasi resin epoksi mempunyai kekuatan tekan 46,8 MPa meningkat 47,2% jika dibandingkan dengan kekuatan tekan rotan tanpa laminasi 31,8 MPa. Kekuatan impak rata-rata rotan hasil pengujian sebelum dilaminasi dengan resin epoksi sebesar 39 kJ/m² dan setelah melalui proses laminasi meningkat sebesar 64% menjadi 64 kJ/m². Hasil ini menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan bahan rotan sebagai bahan teknik dengan aplikasi shank prosthesis tipe endoskeletal.

Kata kunci: rotan, laminasi, resin epoksi, kekuatan tekan, kekuatan impak

Abstract

Utilization of Indonesian local material as engineering materials have the opportunity to continue to be developed. One of the local material is rattan. This research aims to develop rattan as engineering material with applications in shank-type prosthesis endoskeletal. Rattan was chosen to be developed because in general rattan has good natural strength, supple and light in dry conditions. In the development of rattan as material engineering, the method used is the method of lamination rattan using epoxy resin material and a layer of fiberglass fibers. Epoxy resin laminate aims to increase strength, protects from impact, protect from water and moisture. In this study, the test was conducted on the compressive and impact testing. Based on the research that has been carried out showed that the rattan material with epoxy resin laminate has a compressive strength of 46.8 MPa increased 47.2% when compared to the compressive strength of 31.8 MPa rattan without lamination. The average impact strength rattan average test results before laminated with epoxy resin by 39 kJ / m² and after going through the process of lamination is increased by 64% to 64 kJ / m². These results form the basis for further research in the development of rattan as material engineering with application type endoskeletal prosthesis shank.

Keywords: rattan, laminates, epoxy resin, compressive strength, impact strength

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam hayati yang berlimpah, misalnya rotan. Sebagai negara penghasil rotan terbesar, Indonesia telah memberikan sumbangan sebesar 80% kebutuhan rotan dunia. Dari jumlah tersebut 90% rotan dihasilkan dari hutan alam yang terdapat di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan sekitar 10% dihasilkan dari budidaya rotan. Nilai ekspor rotan Indonesia pada tahun 1992 mencapai US\$ 208,183 juta [1,2,3,4]. Penggunaan rotan saat ini masih terbatas sebagai bahan furnitur, sebagai bahan konstruksi rumah tinggal dan penggunaan sebagai bahan kerajinan rumah tangga.

Selain mempunyai potensi dan kekayaan alam yang besar, Indonesia juga merupakan negara dengan potensi bencana alam yang besar, seperti gempa bumi, banjir dan tanah longsor. Berbagai bencana alam yang terjadi di Indonesia menyebabkan banyak korban manusia baik yang meninggal

* Penulis korespondensi, tlp: 021-56958747,
Email: agustinus01@yahoo.com

dunia maupun yang cacat tetap seperti kehilangan anggota badan misalnya anggota gerak bawah atau kaki. Banyak korban bencana alam yang harus diamputasi dan kehilangan anggota gerak bawah (kaki).

Karakteristik mekanik tanaman rotan secara umum yaitu mempunyai kekuatan yang baik, mempunyai umur pakai yang lama (awet) dan mudah dalam proses produksinya [5]. Karakteristik mekanik yang dimiliki oleh rotan memungkinkan rotan dikembangkan menjadi bahan untuk pembuatan berbagai komponen lain, misalnya pada pengembangan biomaterial khususnya *prosthesis* anggota gerak bawah atau yang sering disebut kaki palsu pada komponen *shank prosthesis* tipe *endoskeletal*.

Komponen utama *prosthesis* anggota gerak bawah terdiri *socket*, *knee joint*, *shank*, *ankle*, dan *foot*[6]. Pada saat ini, bagian *shank* dibuat dengan menggunakan bahan seperti baja, aluminium campur, seng, dan kayu [7]. Secara umum, bagian *shank* harus mempunyai kekuatan yang baik untuk menahan berat tubuh, lentur, mempunyai kekuatan dampak yang baik untuk menahan benturan dan ringan. Bahan logam seperti baja, aluminium, seng merupakan bahan yang kuat tetapi harganya mahal. Jika pengembangan *prosthesis* anggota gerak bawah selalu menggunakan bahan yang mahal, maka harga total yang harus dibayar oleh pasien (pengguna) *prosthesis* menjadi mahal. Dalam hal ini, tidak semua pasien mampu membeli produk *prosthesis* yang mahal tersebut. Oleh karena itu, perlu dicari solusi yang mampu menghasilkan *prosthesis* yang baik, kuat, dan nyaman digunakan, tetapi dengan harga yang terjangkau oleh masyarakat menengah ke bawah [8].

John Craig dan Poonekar [9] menyatakan bahwa dalam mendesain *prosthesis* untuk negara-negara berkembang perlu memperhatikan kriteria dasar sebagai berikut: 1) low cost, 2) locally available, 3) capable of manual fabrication, 4) considerate of local climate and working conditions (barefoot or sandal wear including rice farming in flooded fields), 5) durable, 6) simple to repair, 7) simple to process using local production capability, 8) reproducible by local personnel, 9) technically functional, 10) bio mechanically appropriate, 11) as lightweight as possible, 12) adequately cosmetic, and 13) psychosocially acceptable. Pemanfaatan material lokal seperti rotan tersedia secara melimpah di Indonesia dengan harga yang murah merupakan salah satu pilihan sesuai rekomendasi Poonekar

2. METODE

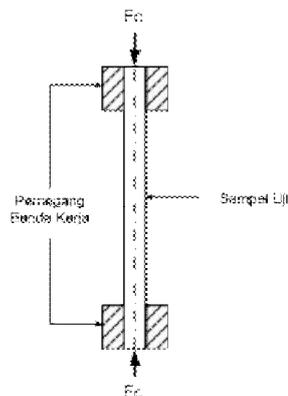
2.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama yang harus dipersiapkan dalam pengembangan komponen *shank prosthesis* dengan menggunakan bahan alam yaitu rotan, meliputi: rotan dengan diameter (30-40) mm, panjang (500-600) mm, resin epoksi, serat fiberglass berbentuk mat (ayaman), yang digunakan sebagai penguat proses laminasi antara resin dengan permukaan rotan, stockinette sebagai bahan penguat bagian luar dari proses laminasi agar dihasilkan proses laminasi yang halus dan merata, pewarna resin sebagai campuran resin untuk memberikan warna seperti warna kulit dan dipilih warna coklat, dan plastik pelindung untuk proses laminasi resin (pengecoran).

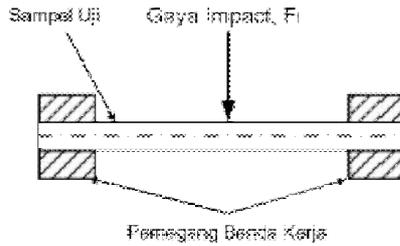
2.2 Metode Penelitian

a. Pengujian tekan

Pengujian tekan bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tekan maksimum dan modulus elastisitas tekan bahan rotan yang akan diaplikasikan sebagai bahan *shank*. Kekuatan tekan bahan rotan sangat diperlukan karena komponen *shank* merupakan komponen akan menerima beban tekan dari berat tubuh dan selama melaksanakan aktifitas berjalan dan bekerja dari pasien. Pengujian tekan dilakukan dengan jumlah sampel sebanyak 30 buah. Pengujian tekan dilakukan dengan menggunakan mesin Universal Testing.



Gambar 1 Skema pengujian tekan



Gambar 2 Skema pengujian impact

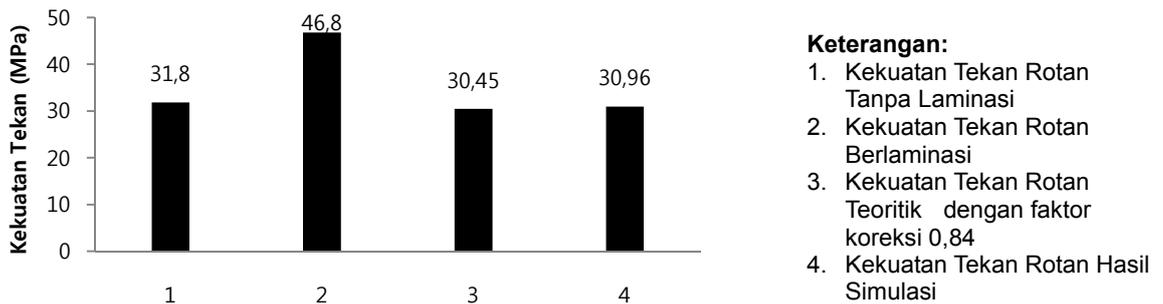
b. Pengujian impact

Pengujian impact (beban kejut) bertujuan untuk mengetahui kekuatan impact maksimum dari bahan rotan. Pengujian ini sangat penting untuk dilakukan karena pada saat digunakan sebagai bahan *shank*, komponen tersebut sering mendapatkan benturan dari benda lainnya, sehingga diperlukan kekuatan impact yang besar untuk memberikan rasa aman saat digunakan. Pengujian impact dilakukan dengan jumlah sampel sebanyak 30 buah. Pengujian impact menggunakan mesin uji impact.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perbandingan kekuatan tekan

Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan kekuatan tekan yang dihasilkan dari hasil pengujian rotan tanpa laminasi, rotan berlaminasi resin epoksi, perhitungan kekuatan teoretik dan simulasi pembebanan menggunakan *software* komputer. Data kekuatan tekan yang digunakan adalah data kekuatan tekan rata-rata dari 30 data kekuatan tekan hasil pengujian. Hasil perbandingan kekuatan disajikan dalam grafik berikut.



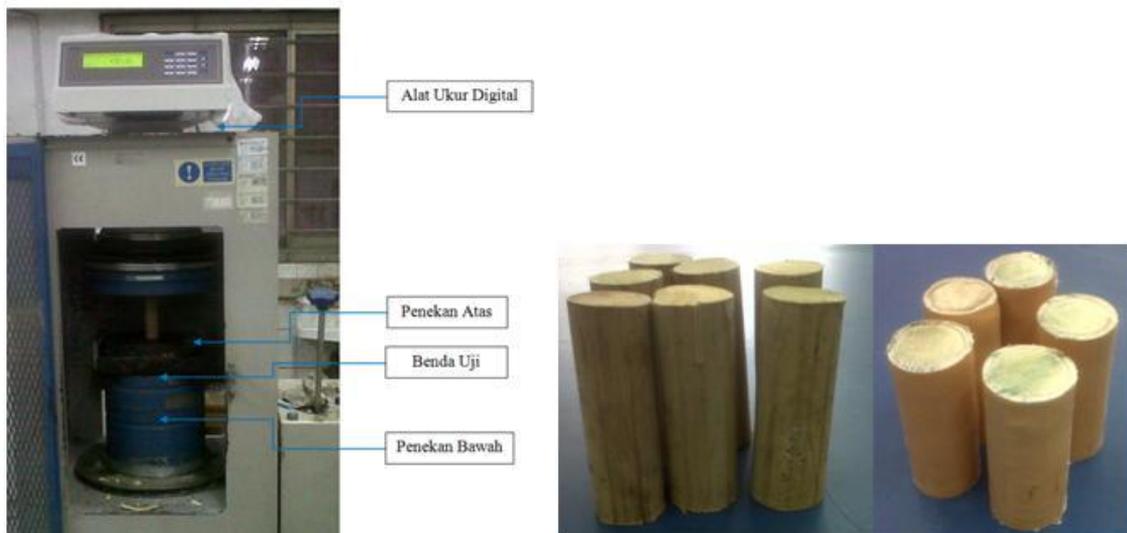
Keterangan:

1. Kekuatan Tekan Rotan Tanpa Laminasi
2. Kekuatan Tekan Rotan Berlaminasi
3. Kekuatan Tekan Rotan Teoretik dengan faktor koreksi 0,84
4. Kekuatan Tekan Rotan Hasil Simulasi

Gambar 3 Grafik perbandingan kekuatan tekan

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa kekuatan tekan hasil pemodelan, perhitungan teoretik dan hasil pengujian pada rotan tanpa laminasi menghasilkan nilai yang dengan perbedaan yang sangat kecil. Perbedaan yang terjadi ini masih cukup kecil dan dipengaruhi oleh luas permukaan total permukaan rotan yang berpori. Jumlah pori pada rotan mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan oleh rotan tersebut. Dengan menggunakan acuan kekuatan tekan teoretik sebesar 30,45 MPa, maka perbedaan rata-rata dari pengujian dan simulasi sebesar 4,4%. Hasil kekuatan tekan rotan baik pengujian tanpa laminasi, kekuatan teoretik, dan kekuatan tekan pemodelan masih berada pada *range* hasil penelitian yang telah dilakukan [10,11] yaitu (28,2-33,6) MPa.

Hasil pengujian kekuatan tekan pada rotan berlaminasi resin epoksi meningkat jika dibandingkan dengan kekuatan tekan rotan tanpa laminasi. Dengan kekuatan tekan rata-rata sebesar 46,8 MPa, menghasilkan peningkatan kekuatan tekan sebesar 47,2%. Peningkatan kekuatan tekan ini sangat dipengaruhi oleh lapisan fiberglass sebagai penguatan permukaan rotan melalui proses laminasi. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang ada [10,11] kekuatan tekan rotan kelas I sebesar 33,6 MPa, maka kekuatan tekan rotan berlaminasi resin epoksi yang diperkuat dengan fiberglass berbentuk mat, dapat menghasilkan kekuatan 39,3% lebih besar.



Gambar 4 Alat uji tekan dan posisi benda uji

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses laminasi permukaan rotan dengan menggunakan resin epoksi dan diperkuat dengan fiberglass, dapat menghasilkan peningkatan kekuatan tekan yang sangat baik jika dibandingkan dengan rotan tanpa laminasi.

3.2 Kekuatan Impak

Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan kekuatan impact yang dihasilkan dari hasil pengujian rotan tanpa laminasi dengan kekuatan impact rotan berlaminasi. Pengujian kekuatan impact bertujuan untuk mengetahui ketahanan rotan terhadap beban kejut. Kekuatan rata-rata rotan hasil pengujian sebelum dilaminasi dengan resin epoksi sebesar 39 kJ/m^2 . Sedangkan setelah melalui proses laminasi, terjadi peningkatan yang sangat baik yaitu sebesar 64% menjadi 64 kJ/m^2 .

Peningkatan kekuatan impact ini disebabkan karena permukaan rotan yang dilapisi oleh resin epoksi menjadi lebih keras dan kaku. Hal ini terlihat dari sampel uji impact, dimana bekas pengujian sangat berbeda jika dibandingkan dengan hasil uji impact terhadap rotan tanpa laminasi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses laminasi rotan dengan resin epoksi terbukti mampu meningkatkan kekuatan impact dari rotan tersebut. Kekuatan impact sangat diperlukan bahan *shank prosthesis* untuk memberikan kekuatan yang cukup pada saat terjadi benturan, sehingga tidak mudah rusak [12,13].

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilaksanakan pengembangan rotan sebagai bahan alternatif untuk membuat *shank prosthesis* tipe *endoskeletal*. Penelitian ini bermanfaat untuk memanfaatkan material lokal Indonesia yang berlimpah, murah, kuat dan ringan, namun belum dimanfaatkan secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengembangkan bahan rotan berlaminasi resin epoksi yang diperkuat dengan fiberglass. Metode laminasi rotan yang dikembangkan ini, merupakan metode baru yang belum pernah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Dengan metode ini, diperoleh bahan baru berupa bahan komposit yang merupakan kombinasi antara bahan alam dengan bahan sintetik.

Peningkatan kekuatan yang diperoleh karena terjadi ikatan yang kuat antara permukaan rotan dengan lapisan resin epoksi yang diperkuat dengan fiberglass. *Interface* yang baik ini dapat terjadi karena permukaan rotan dibuat kasar, sehingga fiberglass dapat melekat dengan baik. Penambahan lapisan *stockinette* pada bagian dalam yang berhubungan dengan permukaan rotan yang telah dibuat kasar dan pada bagian luar sebagai pengikat fiberglass, juga menambah peningkatan kekuatan yang terjadi [12,13].

Kekuatan lapisan komposit yang diberikan di atas permukaan rotan terbukti dari uji impact yang telah dilakukan. Sampel uji rotan berlaminasi resin epoksi hanya mengalami cacat akibat beban impact, namun tidak sampai terjadi kerusakan yang parah.



a. bentuk kerusakan impact rotan tanpa laminasi b. bentuk kerusakan impact rotan dengan laminasi

Gambar 5 Bentuk kegagalan impact sampel uji rotan

Jika dibandingkan dengan kekuatan rotan maksimum yang telah dihasilkan dari berbagai penelitian sebelumnya, maka rotan berlaminasi resin epoksi ini masuk dalam kelompok kelas I, dengan kekuatan tarik dan tekan tertinggi. Demikian juga jika dibandingkan dengan bahan yang biasa digunakan untuk mengembangkan dan membuat *shank prosthesis* tipe *endoskeletal*, bahan rotan berlaminasi resin epoksi ini cukup kompetitif untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan *shank prosthesis*.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Perbandingan kekuatan rotan hasil pengujian tekadan impact menunjukkan peningkatan yang besar antara hasil kekuatan rotan tanpa laminasi dan dengan laminasi resin epoksi berpenguat fiberglass. Peningkatan kekuatan sebagai berikut: kekuatan tekan 47,2%, dan kekuatan impact 64%.
- Perbandingan kekuatan rotan berlaminasi resin epoksi yang diperkuat fiberglass dengan nilai referensi yaitu kekuatan rotan terbaik di kelasnya menunjukkan bahwa kekuatan rotan berlaminasi resin masuk dalam kelompok kekuatan kelas I.
- Rotan berlaminasi resin berpotensi sebagai bahan alternatif untuk membuat *shank prosthesis* tipe *endoskeletal* dengan keunggulan pemanfaatan potensi lokal, kuat, ringan, ketersediaancukup melimpah, murah, dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Publikasi Ilmiah yang telah membiayai penelitian ini, melalui perjanjian penelitian No. 123-SPK-LPPI/Untar/III/ 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kalima T, *Flora rotan di P Jawa serta penyebaran dan populasi rotan di tiga wilayah kawasan TN Gunung Halimun, Jawa Barat*. Thesis S2 University of Indonesia, 1996
- [2]. Pusat Penelitian Hasil Hutan, *Sari hasil penelitian rotan dan bambu*, Occasional paper, Bogor, 2000.
- [3]. Andi Tanra Tellu, *Sifat kimia jenis-jenis rotan yang diperdagangkan di propinsi Sulawesi Tengah*. Biodiversitas, 9 (2): 108-111, 2008.
- [4]. Krisdianto dan Jasni, *Struktur anatomi tiga jenis batang rotan*, J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis, 3 (2): 1-8, 2005.
- [5]. Jasni, D. Martono, Nana Supriana, *Sari Hasil Penelitian Rotan*, Buletin Dephut, 2007.
- [6]. Rangdall L. Braddom, *Physical Medicine & Rehabilitation*, Second Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2000.
- [7]. Campbell J.A., *Material selection in an above knee prosthetic leg*, Engineering Materials, Department of Engineering, Australian National University, 2002.
- [8]. Gerald Stark, *Perspectives on how and why feet are prescribed*, J. of Prosthetics and Orthotics, 17 (4S): 18-22, 2005.
- [9]. John Craig, *Prosthetic feet for low-income countries*, J. of Prosthetics and Orthotics, 17 (4S): 27-49, 2005.
- [10]. Bhat K.M., Thulasidas P. K., *Strength properties of ten south indian canes*, J. of Tropical Forest Science, 5 (1): 26-34, 1992.

- [11]. Komethi Muniandy, Hanafi Ismail, Nadras Othman, *Curing characteristics and mechanical properties of rattan filled natural rubber compouns*, Key Engineering Materials, 471-472: 845-850, 2011.
- [12]. A.P. Irawan, T.P. Soemardi, K. Widjajalaksmi and A.H.S. Reksoprodjo, *tensile and flexural strength of ramie fiber reinforced epoxy composites for socket prosthesis application*, International Journal of Mechanical and Material Engineering, 6 (1): 46-50, 2011.
- [13]. Agustinus P. Irawan, Tresna P. Soemardi, Widjajalaksmi K., Agus H.S. Reksoprodjo, *Komposit laminate rami epoksisebagaibahan alternatif socket prsothesis*, J.Teknik Mesin UK. Petra, 11 (1): 41-45, 2009