

Efek Kondisi Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Terhadap Kekuatan Impak Untuk Aplikasi Baling-baling Kincir Angin (The Environmental Effect of Coir Fibre Composite as Reinforcement On Impact Strength for Wind Energy Propeller Application)

Bakri¹, Sri Candrabakty², dan Andi Dahyar³

Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako^{1,2,3}
Kampus Bumi Tadulako Tondo, Palu, 94118
E-mail: bakri_bkr@yahoo.com

Abstrak

Pengembangan material baru berkembang sangat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi diberbagai bidang. Hal ini disebabkan serat alam memiliki keunggulan dibanding dengan serat sintetik seperti kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah, melimpah di banyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang. Salah satu serat alam yang mempunyai potensi sebagai penguat komposit adalah serat sabut kelapa yang melimpah di Sulawesi Tengah. Tujuan penelitian adalah mengetahui kekuatan impact komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat komposit yang dapat diaplikasikan untuk baling-baling kincir angin dan matriksnya adalah resin epoxy merk AVIAN. Sebelum serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat, serat sabut kelapa di rendam NaOH 5% selama 24 jam. Selanjutnya, komposit dicetak dengan fraksi volume serat 17% dan fraksi volume resin epoxy 83% . Sampel dibuat sesuai dengan standar ASTM D 256. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Mesin Uji Impak. Untuk analisis terhadap ikatan antar muka dilakukan pengamatan foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang telah mengalami pengujian impact. Variasi sampel komposit yang diuji impact terdiri dari sampel komposit tanpa perlakuan, perlakuan dengan kondisi cuaca selama 10 hari, 20 hari dan selama 30 hari (sampel dibiarkan diruang terbuka). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel yang tidak mengalami perlakuan memiliki kekuatan impact sebesar 384,99 kJ/m², sedang sampel yang mengalami perlakuan kondisi cuaca selama 10 hari 328,13 kJ/m² dan selama 20 hari adalah 307,22 kJ/m² dan selama 30 hari adalah 296,00 kJ/mm² . Dari hasil ini di harapkan dapat menjadi dasar dalam pembuatan prototipe baling-baling kincir angin.

Keywords: Serat sabut kelapa, epoksi, komposit, kekuatan impact, pengaruh cuaca.

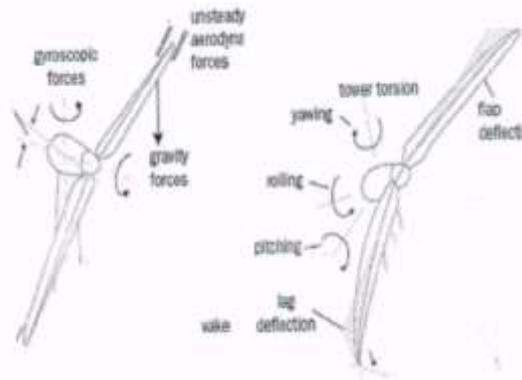
Pendahuluan

Pengembangan material baru berkembang sangat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi diberbagai bidang. Salah satu jenis material yang berkembang pesat adalah jenis material komposit yang diperkuat dengan serat alam. Hal ini disebabkan serat alam mempunyai kekuatan dan modulus spesifik yang tinggi, lebih rendah densitas, melimpah di banyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang jika dibanding dengan sifat serat sintetik (Joshi dkk, 2004; Li dkk.; Harish dkk 2009; Mukhopadhyay dkk. 2009). Salah satu jenis serat alam yang memiliki potensi sebagai penguat komposit di Sulawesi Tengah adalah serat sabut kelapa, karena serat ini melimpah dan belum dimanfaatkan dengan baik. Pemanfaatan serat sabut kelapa untuk memperkuat epoksi resin dalam membuat

helm dilakukan oleh Yuhazri dkk (2007), namun belum dalam skala industri.

Penelitian sifat mekanis serat sabut kelapa telah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu Bakri dkk (2010) dan Bakri (2010). Namun, untuk penggunaan dalam komposit material belum banyak digunakan. Oleh karena itu, melihat potensi ini maka ada beberapa peluang yang bisa dimanfaatkan (1) melimpahnya bahan dasar serat sabut kelapa (2) meningkatkan pendapatan masyarakat dengan pemanfaatan sabut kelapa, dan (3) termanfaatkannya sebagai bahan alternatif baling-baling kincir angin untuk pembangkit listrik energi angin. Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat komposit yang dapat diaplikasikan untuk baling-baling kincir angin. Baling-baling akan menahan berbagai macam beban termasuk beban tarik, tekan, hentakan (impact) maupun puntiran, semua disebabkan oleh gerakan pusat dan variasi beban angin. Ilustrasi yang menunjukkan beban-beban yang di tanggung oleh bilah baling-baling

dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Beban yang di alami oleh *propeller* (Hogg, 2011)

Berdasarkan hal tersebut maka dalam tulisan ini difokuskan kajian kekuatan impact komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Komposit serat sabut kelapa yang diteliti oleh Wambua dkk (2003) menunjukkan bahwa serat sabut kelapa sebagai penguat polipropilen mempunyai kekuatan impact yang lebih tinggi dibanding dengan serat jute dan kenaf sebagai penguat polipropilen, namun kekuatan tarik dan modulusnya lebih rendah. Kemudian, hasil pengujian kekuatan tarik dan impact komposit hibrid poliester yang diperkuat *Agave cantala* dan TGFR L-4400 (*Taiwan Glass Fibre Roving Laminating-4400*) dengan 0,5 serat fraksi volume yang dilakukan oleh Mulyadi dkk (2004) menunjukkan bahwa kekuatan tarik adalah 412 MPa sedang kekuatan impact adalah 307 kJ/m². Harish dkk (2009) telah meneliti kekuatan tarik, tekan dan impact serat sabut kelapa sebagai penguat komposit dengan matrik resin epoksi menunjukkan bahwa kekuatan tarik, lentur dan impact secara berturut-turut adalah 17,86 MPa, 31,08 MPa dan 11,49 kJ/m².

Lebih lanjut penelitian serat alam (serat sabut kelapa dan serat biji kelapa sawit) komposit yang dipengaruhi lingkungan dikerjakan oleh Hill dkk (1999). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposit yang disimpan ditempat yang tidak steril dari tanah selama 12 bulan mengakibatkan sifat mekanis komposit turun tetapi perlakuan dengan silane atau *acetylation* serat memberikan proteksi yang sangat signifikan. Joseph dkk (2006) telah melakukan penelitian ketahanan lingkungan dari komposit *phenol formaldehyde* yang diperkuat serat pisang. Yang terkait dengan kondisi cuaca, perlakuan silane, NaOH dan *acetylation* pada serat telah memperbaiki ketahanan komposit serat pisang/*phenol formaldehyde*.

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa diekstrak dari sabut kelapa dan dilanjutkan dengan perendaman air yang dicampur 5% NaOH selama 24 jam (Gambar 2 dan Gambar 3). Tujuan campuran NaOH pada air perendaman adalah agar dapat menghilangkan kotoran dan lapisan *lignin* pada permukaan atau dinding serat.



Gambar 2. Serat sabut kelapa (a) sebelum (b) setelah direndam air dengan 5% NaOH



Gambar 3. Natrium Hidroksida (NaOH)

Bahan matriks yang digunakan adalah jenis resin epoksi dan hardener merk AVIAN seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Epoksi resin dan hardener

Pembuatan Komposit dan Sampel Uji Impak
Komposit serat sabut kelapa dibuat dengan fraksi volume serat 17% dan 83% fraksi volume matrik. Komposit dibuat dalam cetakan dengan ukuran hasil cetakan 30cm x 30cm x 0,5cm (Gambar 5). Hasil cetakan ini, kemudian dibuat sampel uji kekerasan dengan Standar ASTM D265 (Gambar 6).



Gambar 5. Epoksi resin dan hardener



Gambar 6. Sampel uji impak

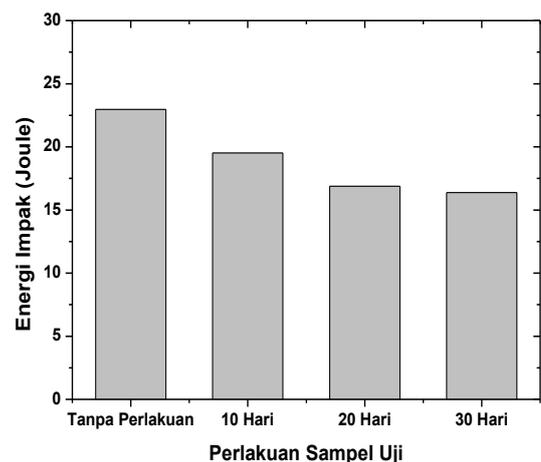
Sampel komposit serat sabut kelapa dibagi atas dua jenis yaitu tanpa perlakuan dan dengan perlakuan kondisi lingkungan di mana sampel ditempatkan diluar ruangan untuk menerima dampak perubahan cuaca seperti hujan, panas matahari dan segala kondisi selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari.

Pengujian Impak

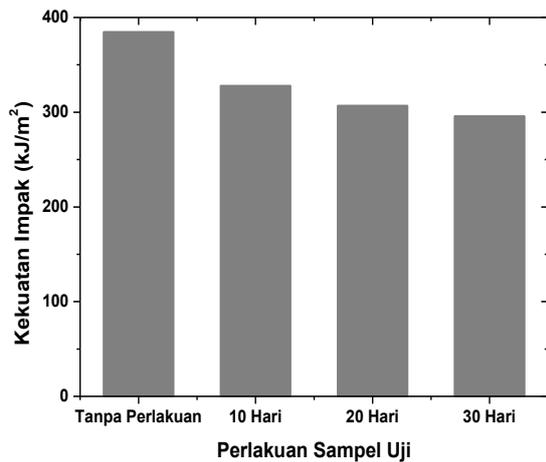
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh beban tiba-tiba yang diberikan pada spesimen komposit dimana kemampuan spesimen menyerap energi dari pembebanan, hal ini terkait ketangguhan spesimen, dan sesuai berdasarkan Standar ASTM D265. Foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk analisis sampel terhadap ikatan antar muka yang telah mengalami pengujian impak.

Hasil dan Pembahasan

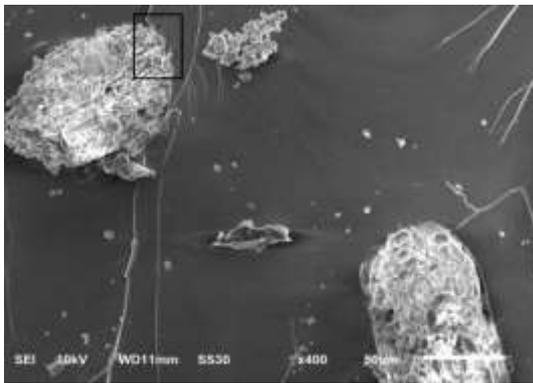
Hasil pengujian impak dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Dari Gambar 7 terlihat hubungan antara energi impak dengan perlakuan sampel. Energi impak pada sampel tanpa perlakuan adalah 22,96 Joule, sedang energi impak pada sampel komposit serat sabut kelapa yang mengalami perlakuan kondisi lingkungan cenderung turun dengan semakin lama dibiarkan diluar ruangan dari 10 hari, 20 hari dan 30 hari. Begitu pula terlihat pada Gambar 8 dimana kekuatan impak sampel cenderung mengalami penurunan kekuatan impak dari tanpa perlakuan sampai mengalami pemaparan cuaca 10 hari, 20 hari dan 30 hari dengan nilai kekuatan secara berturut-turut dari 384,99 kJ/mm², 328,13 kJ/mm², 307,22 kJ/mm², dan 296,00 kJ/mm². Hal ini disebabkan karena sampel komposit serat sabut kelapa yang dibiarkan di luar ruangan dikenai sinar matahari atau hujan sehingga kemungkinan mengalami proses cacat baik pada matrik maupun pada serat penguatnya. Namun kecenderungan penurunan kekuatan impak terhadap lama waktu sampel di luar ruangan tidak terlalu besar terutama pada kondisi dari 20 hari ke 30 hari. Kondisi ini sejalan dengan foto SEM yang terlihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11. *Pullout* serat terjadi pada Gambar 10 (perlakuan 10 hari) dan Gambar 11 (perlakuan 20 hari) yang mengindikasikan serat menyerap energi meskipun ikatan interfacial antara serat dan matrik kurang baik atau mengalami kerusakan dan sangat dimungkinkan akibat pengaruh cuaca atau pada saat proses pembuatan sampel. Berbeda pada sampel tanpa perlakuan (Gambar 9) terlihat ikatan interface tetap utuh dan permukaan serat yang patah menunjukkan bahwa energi telah diserap selama *pullout* serat.



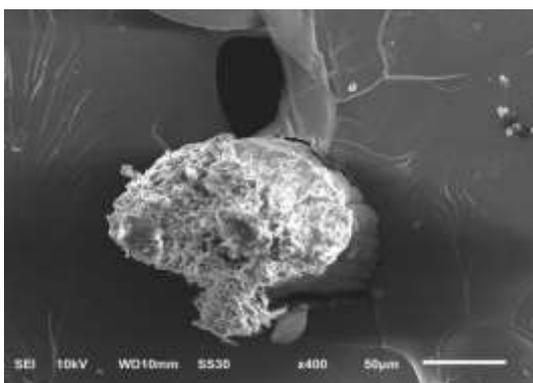
Gambar 7. Hubungan energi impak terhadap Spesimen uji yang mengalami perlakuan kondisi cuaca



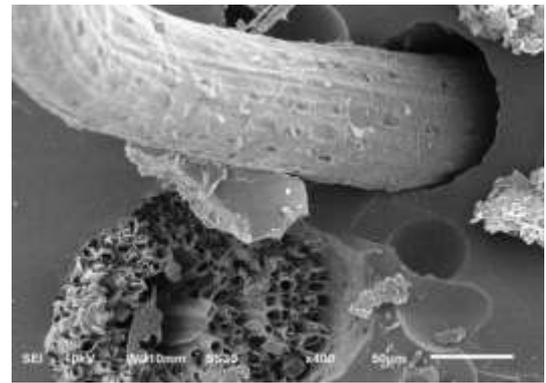
Gambar 8. Hubungan kekuatan impact terhadap Spesimen uji yang mengalami perlakuan kondisi cuaca



Gambar 9. SEM dari komposit serat sabut kelapa tanpa perlakuan.



Gambar 10. Foto SEM dari komposit serat sabut kelapa dengan perlakuan 10 hari



Gambar 11. Foto SEM dari komposit serat sabut kelapa dengan perlakuan 20 hari.

Kesimpulan

Kekuatan impact dari sampel komposit serat sabut kelapa cenderung mengalami penurunan dari tanpa perlakuan dan dengan lama waktu dibiarkan di luar ruangan (pemaparan terhadap cuaca) 10 hari, 20 hari dan 30 hari dengan nilai kekuatan secara berturut-turut dari 384,99 kJ/mm², 328,13 kJ/mm², 307,22 kJ/mm², dan 296,00 kJ/mm².

Penelitian ini akan dilanjutkan dengan kajian kekuatan tarik, lentur, geser dan puntir dalam pengembangan penerapan komposit serat sabut kelapa untuk baling-baling kincir angin.

Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada DP2M Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI atas dana penelitian Hibah Bersaing Tahun 2013 sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian ini.

Referensi

Bakri. Penentuan sifat mekanis serat sabut kelapa. Jurnal Mekanikal Vol.1, pp.23-28 (2010).

Bakri & Eichhorn S.J. Elastic coils: deformation micromechanics of coir and celery fibres. Cellulose Vol. 17, pp. 1- 1 (2010).

Harish S., Michael D.P., Bensely A., Lal M.D., & Rajadurai A. Mechanical Property Evaluation of Natural Fiber Coir Composite. Material Characterization, Vol 60 pp. 44-49 (2009)

Hill C. A. S., Khalil A.H. P. S. The Effect of Environmental Exposure Upon the Mechanical Properties of Coir or Oil Palm Fiber Reinforced Composites. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 77, 1322–1330 (2000).

Hogg. P., Wind Turbine Blade Materials, Supergen Wind Phase 1 Final Assembly, University of Loughborough (2010).

Joseph. S, Oommen. Z, Thomas. S. Environmental Durability of Banana-Fiber-Reinforced Phenol Formaldehyde Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 100 (3) pp. 2521-2531 (2005).

Joshi S.V., Drzal L.T., Mohanty A.K., Arora S, "Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?"; *Composites: Part A* Vol. 35, 2004, pp. 371-376

Li Y., Hu Y., Hu C., Yu Y. Microstructures and mechanical properties of natural fibres. *Advanced Materials Research* Vol. 33-37, pp. 553-558 (2008).

Mukhopadhyay S., Figueiro R., Shivankar V. Variability of tensile properties of fibers from pseudostem of banana plant. *Textile Research Journal*, Vol. 79, pp. 387-393 (2009).

Muliyadi & Roichardjo, H.S.B. Komposit Hibrid Poliester yang diperkuat Serat Agave cantala dan TGFR L-4400. *Jurnal Teknosains*, Vol.17 No.1 (2004).

Wanmbua P, Ivens J., Verpoest I. Natural fibres : can they replace glass in fibre reinforced plastic?. *Composites Science and Technology* Vol.63, pp. 1259-1264. (2003).

Yuhazri, M.Y., & Dan, M.M.P. Helmet Shell Using Coconut Fibre. *Journal Advanced Manufacturing Technology*, Vol 1 No.1., ISSN:1985-3157 (2007).