



## Pengaruh Beban Dinamik terhadap Kekakuan Komposit Hibrid Berbasis *Fiberglass* dan Serat Kelapa

### *Effect of Dynamic Load on Fiberglass and Coir-Based Hybrid Composite Stiffness*

**Mastariyanto Perdana**

Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang  
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

Received 02 March 2016; Revised 10 March 2016; Accepted 12 March 2016, Published 12 April 2016  
<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2016.V6.1-5>

Academic Editor: Asmara Yanto ([asmarayanto@yahoo.com](mailto:asmarayanto@yahoo.com))

Correspondence should be addressed to [perdanamastariyanto@gmail.com](mailto:perdanamastariyanto@gmail.com)  
Copyright © 2016 M. Perdana. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

#### **Abstract**

The composites made from natural fibers have been widely used in the engineering field because the natural fiber-based composites have lightweight nature, relatively strong and environmentally friendly. The use the synthetic fiber-based composites reduced to obtain the environmentally friendly composites. In this study, the use synthetic fibers (*fiberglass*) reduced by adding coconut fiber (*coir*) on the composite mix. Composites in this study using the volume fraction of hybrid fiber 12% *fiberglass* and 18% *coir*. The volume fraction of fibers and epoxy hybrid is 30:70. This study aims to determine changes in stiffness of the hybrid composites due to dynamic loads. Hybrid composite loaded by 500, 1000, 1500, and 2000 cycles of the dynamic load. The test results show degradation of the rigidity of the hybrid composite. The stiffness decrease like presented by the ratio of  $E/E_0$ . The number of cycles of the dynamic load causes a decrease in stiffness hybrid composites. The stiffness of hybrid composites decrease because of dynamic load treatment reaches 30%

**Keywords:** hybrid composite, *coir*, *fiberglass*, stiffness, dynamic load

## 1. Pendahuluan

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk mikroskopik, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi atau gabungan antara serat dan matrik [1]. Dahulu komposit berbasis serat sintetis pada saat ini sudah mulai beralih pada pemanfaatan serat alami. Perkembangan komposit serat alam pada saat ini semaki cepat baik pada dunia industri maupun penelitian fundamental.

Komposit berbahan dasar polimer biasanya menggunakan serat sintetis seperti : *fiberglass*, *carbon fiber*, dan aramid. Komposit berbahan serat sintetis ini menimbulkan efek yang buruk terhadap lingkungan. Untuk itu penggunaan serat sintetis dikurangi penggunaannya dengan

mengganti serat sintetis tersebut dengan serat alam.

Beralihnya dunia industri memanfaatkan material polimer komposit berbasis serat alam sebagai material teknik ini disebabkan banyaknya komposit serat alam memiliki keunggulan. Adapaun keunggulan dari komposit serat alam tersebut adalah sebagai berikut: sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, low density, harga yang relatif murah dan lebih bisa didaur ulang atau ramah lingkungan karena bisa didaur ulang (*biodegradable*) [2-4]. Sifat *low density* dari serat alam bisa memberikan kekakuan (*stiffness*) dan kekuatan (*strength*) yang baik pada komposit seperti pada komposit berpenguat *fiberglass* [3].

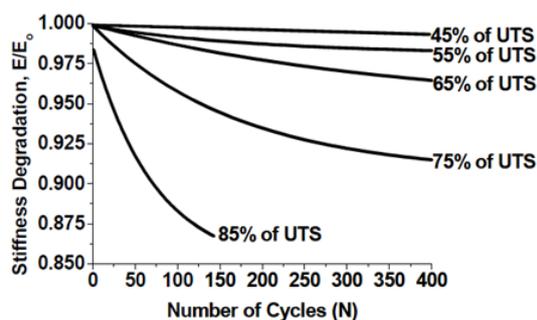
Pada penelitian terdahulu menjelaskan bahwa pemberian perlakuan zat kimia berupa *silane* pada komposit menggunakan polimer jenis polipropilen bekas dengan serat ampas tebu memberikan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan [4]. Komposit dengan matriks *natural rubber* dan penguat serat pisang dengan memberikan perlakuan NaOH dan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> pada serat pisang menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari 4.03 MPa menjadi 147.34 MPa dan dari 3.12 MPa menjadi 84.30 MPa [5]. Ini menunjukkan bahwa kekuatan komposit serat alam patut diperhitungkan untuk dimanfaatkan pada bidang keteknikan.

Material komposit juga bisa diaplikasikan pada bagian yang mendapatkan beban berulang atau beban dinamik. Beban dinamik bisa terjadi pada sebuah konstruksi mesin. Beban dinamik yang terjadi pada konstruksi tidak selalu mempunyai amplitudo beban yang konstan, tetapi selalu berubah-ubah dan kadang terjadi amplitudo yang sangat tinggi sampai diatas amplitudo beban perancangan dengan frekuensi sangat rendah. Beban inilah yang biasa disebut dengan *overload*. Beban lebih dapat membahayakan suatu struktur tapi pada kondisi tertentu mempunyai dampak positif karena dapat memperlambat laju perambatan retak, sehingga umur struktur meningkat [6].

Pemberian beban dinamik atau *fatigue loading* pada material komposit menyebabkan pertumbuhan delaminasi pada komposit. Dimana cepat atau lambatnya pertumbuhan delaminasi dipengaruhi oleh temperatur [7].

Untuk mengetahui besar pembebanan untuk uji fatik ini sebelumnya dilakukan dahulu pengujian tarik, langkah ini dimaksudkan untuk mengetahui tegangan tarik maksimal suatu material, karena dalam pengujian fatik ini harga tegangan harus dibawah tegangan *ultimate*. Setelah mendapatkan nilai tegangan maksimal dari proses pengujian tarik maka tegangan ini digunakan untuk menentukan beban yang akan diberikan pada proses pengujian fatik.

Pada pengujian fatik juga dapat dilihat perubahan sifat mekanik material akibat pembebanan fatik (Gambar 1). Konsep dari kegagalan digunakan sebagai pendekatan yang lebih sesuai untuk memprediksi umur fatik dari stuktur material komposit.



Gambar 1. Skematik penurunan kekakuan akibat beban fatik [8]

Bagimanapun kegagalan fatik tidak bisa diukur secara langsung. Maka dari itu, untuk evaluasi kuantitatif dari kegagalan fatik, *modulus young* atau *stiffness* (kekakuan) dari komposit sering digunakan untuk mengevaluasi kegagalan fatik akibat beban berulang, menggunakan indek kegagalan fatik [9]:

$$D = 1 - \frac{E}{E_0} \quad (1)$$

Dimana D adalah indek kegagalan fatik yang mempunyai *range* antara 0 – 1.  $E_0$  adalah *modulus young* dari material awal dan E adalah *modulus young* dari material yang telah gagal. Tingkat kerusakan dapat ditentukan dengan menghitung *modulus young* dari material yang mengalami siklus fatik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari siklus beban dinamik yang diberikan terhadap kekakuan dari material komposit hibrid yang berbasis serat kelapa (coir) dan fiberglass.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, serat yang digunakan adalah serat hibrid dengan fraksi volume yang terdiri dari 12% *fiberglass* dan 18% serat kelapa (coir). Matrik yang digunakan adalah resin epoksi dari PT. Justus Semarang. Perbandingan epoksi dengan *hardener* adalah 1:1. Fraksi volume antara serat dengan matrik adalah 30% : 70%.

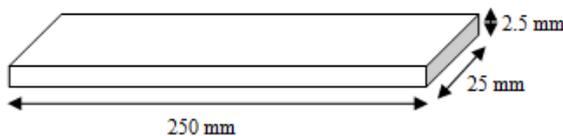
Sebelum pembuatan sampel komposit, serat coir diberikan perlakuan perlakuan alkali (NaOH) 20% selama 30 menit. Kemudian serat coir dibilas dengan air dan setelah itu dikeringkan pada udara terbuka.

Prosedur pembuatan sampel yang terbuat dari komposit berbasis serat hibrid ini adalah sebagai berikut :

1. Siapkan cetakan yang berbentuk dengan dimensi 170 mm x 170 mm x 5 mm yang telah diberi *wax* diseluruh permukaannya.

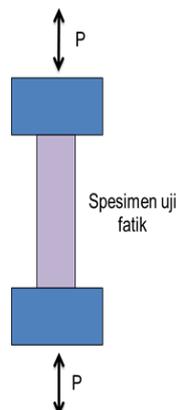
2. Campurkan resin *epoxy* dengan *hardener* sampai merata, kemudian tuang ke dalam cetakan komposit.
3. Siapkan serat coir dan *fiberglass* (serat hibrid), kemudian masukkan *fiberglass* kedalam cetakan yang telah diisi *epoxy* dengan cara ditekan selanjutnya diikuti dengan memasukkan serat coir pada lapisan berikutnya.
4. Prosedur diatas dilakuan beberapa kali untuk mendapatkan beberapa lapisan dimana penempatan *fiberglass* dengan serat coir dilakukan selang-seling sehingga memenuhi cetakan dan tercapai fraksi volume serat dan matrik 30% : 70%.
5. Setelah cetakan penuh, maka dilakukan proses penekanan (*compression molding*) pada komposit hibrid ini. Kemudian tunggu komposit sampai kering merata.

Setelah komposit hibrid ini dibuat, kemudian dibuat spesimen uji fatik/beban dinamik (ASTM ASTM 3479 yang mengacu pada ASTM 3039). Spesimen uji untuk beban dinamik dapat dilihat pada Gambar 2. Spesimen komposit ini diuji dengan memberikan pembebanan dinamik. Variasi beban dinamik yang diberikan adalah 500, 1000, 1500, dan 2000 siklus.



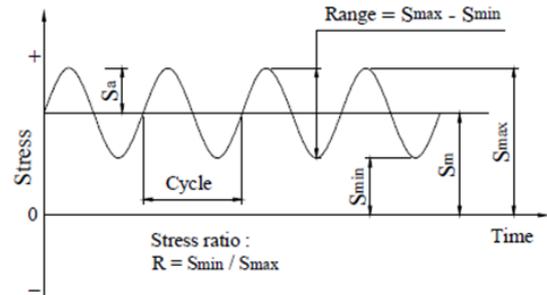
Gambar 2. Spesimen uji beban dinamik

Metode pengujian fatik (Gambar 3) yang digunakan pada penelitian ini adalah *direct stress* (aksial) jenis tarik-tarik dengan rasio tegangan 0,9 dan kecepatan 3 siklus per detik menggunakan *servo pulser testing machine*.



Gambar 3. Spesimen uji beban dinamik

Siklus dari pengujian fatik tarik-tarik yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4. Siklus pengujian fatik jenis tarik-tarik adalah pengujian fatik dengan pemberian beban tarik awal tertentu kemudian melepaskan beban tarik tersebut pada kondisi beban tidak sampai pada titik beban nol, kemudian dilakukan lagi pemberian beban dengan nilai yang sama seperti pada beban awal penarikan.



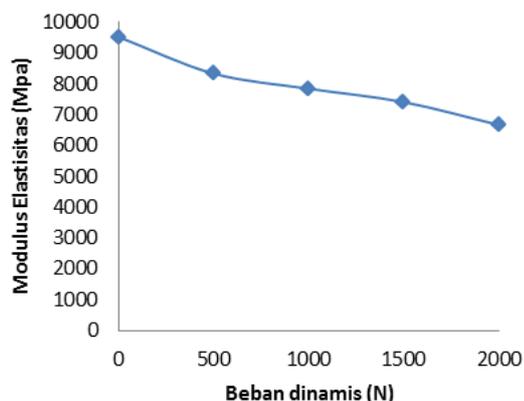
Gambar 4. Spesimen uji beban dinamik

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian beban dinamik dilakukan untuk melihat perubahan kekakuan komposit hibrid. Data hasil pengujian pada Gambar 5 menunjukkan pengaruh variasi siklus beban dinamik terhadap modulus elastisitas dari komposit hibrid.

Pengujian beban dinamik dengan parameter jumlah siklus beban dinamik menunjukkan bahwa jumlah siklus beban dinamik yang diberikan pada komposit seperti yang ditunjukkan pada sumbu horizontal, akan menyebabkan penurunan nilai modulus elastisitas dari komposit hibrid yang ditunjukkan pada sumbu vertikal.

Nilai modulus elastisitas komposit bisa digunakan sebagai indikator untuk melihat kekakuan (*stiffness*) dari komposit itu sendiri [9]. Perubahan nilai modulus elastisitas komposit mengindikasikan terjadinya perubahan kekakuan dari komposit. Beban dinamik memberikan pengaruh terhadap modulus elastisitas komposit hibrid.

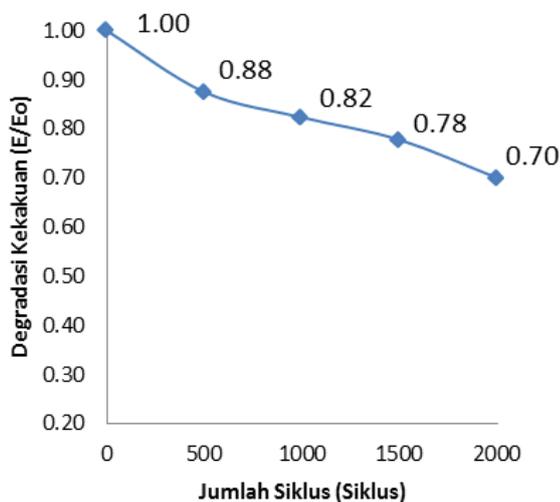


Gambar 5. Nilai modulus elastisitas komposit hibrid akibat pengaruh jumlah siklus beban dinamik

Semakin banyak beban dinamik yang diberikan, maka nilai modulus elastisitas komposit hibrid semakin menurun. Penurunan nilai modulus elastisitas komposit hibrid mengindikasikan terjadinya penurunan kekakuan dari komposit hibrid. Penurunan kekakuan yang terjadi pada komposit hibrid berbasis serat gelas dan *coir* ini sesuai dengan hasil penelitian pada komposit berbasis serat karbon [9].

Penelitian terdahulu, menerangkan bahwa terjadinya penurunan nilai storage modulus dari komposit akibat dari pengaruh dari effect temperatur dan jumlah lapisan komposit hibrid berbasis *fiberglass* dan serat pisang. Semakin tinggi temperatur yang diberikan maka akan semakin rendah modulus komposit [10].

Penurunan kekakuan ( $E/E_0$ ) komposit hibrid berbasis serat gelas dan *coir* ditunjukkan pada Gambar 6.  $E$  merupakan nilai modulus elastisitas komposit sebelum diberikan beban dinamik dan  $E_0$  merupakan nilai modulus elastisitas komposit hibrid setelah diberikan siklus beban dinamik.



Gambar 6. Degradasi kekakuan akibat jumlah siklus beban dinamik

Penurunan kekakuan yang paling tinggi mencapai 30,00% terjadi pada komposit hibrid yang mengalami perlakuan jumlah siklus beban 2000 kali. Sebagai mana yang dijelaskan sebelumnya, pemberian beban dinamik pada material komposit berbasis resin epoxy dan penguat serat kelapa dan fiberglass menyebabkan penurunan kekakuan ini mengindikasikan material komposit menjadi lebih ulet dan elastis.. Material yang ulet dan elastis mengindikasikan memiliki kekakuan.

#### 4. Simpulan

Material komposit polimer berbasis serat kelapa dan fiberglass jika diberikan pembebanan dinamik atau berulang, maka terjadinya penurunan sifat kekakuan dari komposit tersebut. Penurunan kekakuan dari komposit hibrid ini mencapai 30% dari kekakuan awal sebelum diberikan beban dinamik. Semakin banyak siklus beban dinamik yang diberikan maka akan semakin turun kekakuan dari komposit hibrid tersebut. Pada penelitian selanjutnya diperlukan penambahan siklus dari beban dinamik sehingga mendapatkan jumlah siklus maksimum untuk penurunan kekakuan dari komposit sampai komposit tersebut gagal/*failure*.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada seluruh Staf Teknik Mesin Institut Teknologi Padang yang telah memberikan kontribusi sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

#### Referensi

- [1] R. M. Jones, *Mechanics of Composite Materials*. 2<sup>nd</sup> Ed., USA: Taylor & Francis, 1999.
- [2] U. Bongarde and V. Shinde, "Review on natural fiber reinforcement polymer composites," *International Journal of Material Science and Innovatif Technologi*, Vol. 3(2), pp. 431-436, 2014.
- [3] M. Perdana dan Jamasri "Fracture Surface Komposit Hibrid Berbasis Fiberglass Dan Coir Akibat Pengaruh Thermal Cyclic," Seminar Nasional Peran Iptek Menuju Insdustri Masa Depan-3 (PIMIMD-3). Institut Teknologi Padang, Padang, 2015.
- [4] T. Motaung, "The Effect of Silane Treated Sugar Cane Bagasse on Mechanical Thermal dan Crystallization Studies of Recycled Polypropylene,"

- Journal Material Sciences and Applications*, Vol. 6, pp. 724 – 733, 2015.
- [5] I. E. Christian, M. Ravindranatha, S. O. Camelus and D. O. Augustin, “Effect of Surface Treatment and Fiber Orientation on The Tensile and Morphological Properties of Banana Stem Fiber Reinforced Natural Rubber Composite,” *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, Vol. 2, pp. 216-222, 2014.
- [6] Jamasri, 2000. *Pengaruh Beban Lebih Majemuk Terhadap Laju Perambatan Retak Fatik Baja Tahan Karat AISI 304*. Media Teknik No.2 Tahun XXII.
- [7] G. Charalambous, A. Giulino and R. H. Stephen, “Temperature Effect On Mixed Mode I/II Delamination Under Quasi-Static and Fatigue Loading of a Carbon/Epoxy Composite,” *Journal Composite : Part A, Elsevier*, Vol 77, pp. 75-86, 2015.
- [8] A. D. Kelkar and S. T. Jitendra, *Effect Of Fatigue Loading On The Stiffness Degradation Of VARTM Manufactured Biaxial Braided Composites*. USA: Department of Mechanical Engineering North Carolina A&T State University, 2004.
- [9] A. A. Shirazi and V. Farahani, “A Stiffness Degradation Based Fatigue Damage Model for FRP Composites of (0/θ) Laminate Systems,” *Spinger Science*, pp. 137-150, 2009.
- [10] L. Photan, “The Static and Dynamic Mechanical Properties of Banana and Glass Fiber Woven Fabric-Reinforced Polyester Composite,” *Journal of Composite Materials*, Vol. 39(11), pp. 1007-1025, 2009.